



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN
ANTONIO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA 2+500 KM, EN EL CANTÓN
CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY**

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

AUTORES: CARLOS ANDRÉS SALINAS VÉLEZ

JONATHAN ROBERTO MALDONADO UVIJINDIA

TUTOR: ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Carlos Andrés Salinas Vélez con documento de identificación N° 1900836089 y Jonathan Roberto Maldonado Uvijindia con documento de identificación N° 1400843817; manifestamos que:

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

Cuenca, 10 de julio del 2025

Atentamente,



Carlos Andrés Salinas Vélez
1900836089



Jonathan Roberto Maldonado Uvijindia
1400843817

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

Nosotros, Carlos Andrés Salinas Vélez con documento de identificación N° 1900836089 y Jonathan Roberto Maldonado Uvijindia con documento de identificación N° 1400843817, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de la vía Soldados - San Antonio desde la abscisa 0+000 hasta 2+500 km, en el cantón Cuenca provincia del Azuay”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

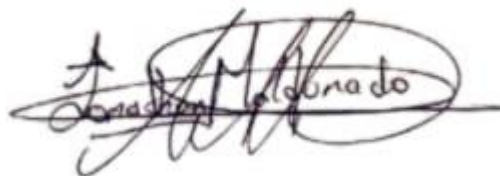
Cuenca, 10 de julio del 2025

Atentamente,



Carlos Andrés Salinas Vélez

1900836089



Jonathan Roberto Maldonado Uvijindia

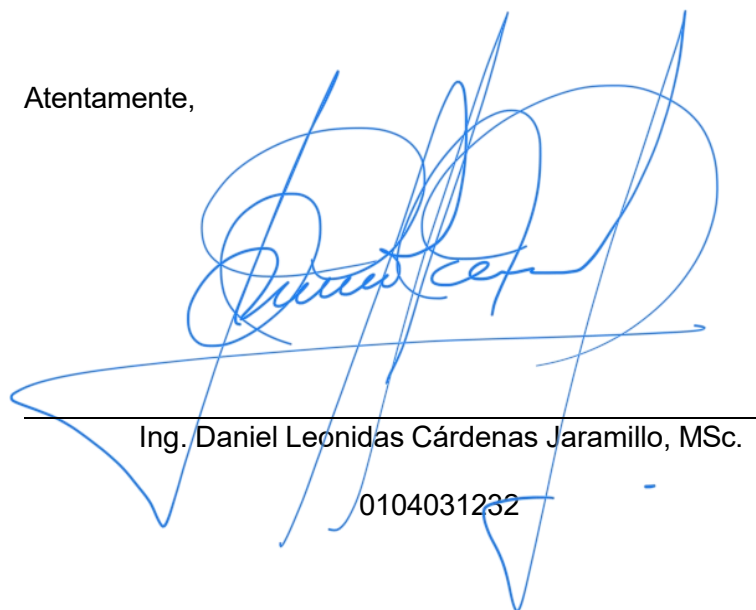
1400843817

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo con 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 SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY, realizado por Carlos Andrés Salinas Vélez con documento de identificación N° 1900836089 y por Jonathan Roberto Maldonado Uvijindia con documento de identificación N° 1400843817, 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 2025

Atentamente,

A large, stylized handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is highly cursive and difficult to read, but it appears to be the name of the signatory, Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo.

Ing. Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo, MSc.

0104031232

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación está dedicado principalmente a mis Padres, Hilario y Mercy, que han sido el pilar base de mi vida, la fuente de fortaleza que impulsa mi caminar, su apoyo moral y sus innumerables consejos me han ayudado a formarme como una persona de buenos valores.

A mi abuela Hermandina, mi segunda figura materna, que su cariño y afecto me han confortado en momentos de dificultades, así como también sus valores de fortaleza y perseverancia me han inspirado a no desistir de las aspiraciones y desafíos

Carlos Andrés

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental en esta hermosa aventura, a mi papá, **Ivan Maldonado**, que ha trabajado mucho por hacer realidad mis sueños, su fortaleza y dedicación me han enseñado que, aunque la vida presente desafíos, siempre hay que seguir adelante, su amor y sacrificio me han mostrado que, a pesar de la distancia, los lazos familiares son indestructibles.

A mi mamá, **Yolanda Uvijindia**, mi eterna guía y apoyo, en cada paso que he dado, pero sobre todo el angelito incondicional que siempre me cuida, su voz amorosa ha resonado en mi corazón, llenándome de valor y sabiduría, gracias a sus consejos he aprendido a enfrentar las barreras de la vida con gracia y a cultivar un corazón compasivo, su fe en mi ha sido un faro en mis momentos oscuros, simplemente ella el amor de mi vida y la mujer que más amo en este mundo.

A mis adorables hermanos: **Jefferson, Nathaly, Brenda** y a mi sobrina **Darice**, quiénes son mi luz y mi inspiración en este trayecto, cada sonrisa y travesura ellos me recuerdan la belleza de la vida y la importancia de soñar en grande, espero siempre mantengan esa chispa en sus corazones y que nunca dejen de perseguir sus sueños, le pido a Dios que los bendiga siempre y me de vida para verlos crecer, ellos me motivan a ser mejor cada día, y siempre estaré para apoyarlos en su camino.

Y, por último, este logro es para mí, porque nunca me rendí a pesar de las dificultades que conllevó mudarme y adaptarme a una nueva vida, encontré en cada obstáculo una oportunidad para crecer, esta travesía me ha enseñado que cada pequeño paso cuenta y que ser fuerte es un acto de amor hacia uno mismo.

Jonathan Maldonado

AGRADECIMIENTO

Agradecido primeramente con Dios que me ha dado salud, fortaleza y perseverancia para alcanzar otro más de los propósitos que tengo para mi vida.

Agradezco infinitamente a mis padres, Hilario y Mercy, por su cariño que me ha dado la fortaleza y la motivación para no desvanecer ante las dificultades que se han presentado, por haberme brindado la confianza y los medios necesarios para llevar a cabo este objetivo tan importante.

A mi abuela Hermandina, mi segunda madre, que ha estado presente durante todas las etapas de mi vida, por todo el amor y el cariño que me ha brindado desde que tengo uso de razón.

A mis hermanos David, Adriel y Alondra, por el apoyo y afecto fraterno que he recibido de ustedes, por cada llamada, cada mensaje de preocupación ha significado mucho a lo largo de estos años de carrera.

A mi tío Jaime, que a pesar de que aún no lo conozco en persona, ha sido un brazo amigo durante toda mi vida, ni la distancia que nos separa ha impedido que me brindase su apoyo, durante cada etapa por la que he pasado.

A los amigos que me ha brindado la estancia en la universidad, por todas esas experiencias que hemos pasado juntos, por haber hecho una experiencia muy emocionante.

Finalmente, agradecido con los docentes de la Universidad por haber compartido sus conocimientos y experiencias profesionales. Y con todas las personas que ha sido parte de este proceso académico.

Carlos Andrés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que me dio las herramientas y las fuerzas de poder culminar mi carrera Universitaria. Gracias a mis padres y abuelos por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles, por sus sacrificios silenciosos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Cada logro que alcanzo lleva el sello de su amor incondicional y de las lecciones de vida que me ha dado. Esta tesis es, ante todo, un tributo a ustedes.

A mi hermano del alma: **Geovanny Lucero** aquel amigo que llega a tu vida como ráfagas de luz, eres mi hermano, mi cómplice y mi guía. Esta tesis no sería realidad sin tu apoyo inquebrantable, sin esas palabras de aliento que me diste cuando creí que no podía más, o sin esos silencios llenos de comprensión que valían más que mil discursos. Eres la prueba viviente de que "el que menos tiene es el que más da", porque, a pesar de las adversidades, siempre has tenido un corazón tan grande que alcanza para todos. Me enseñaste que la humildad no es sinónimo de debilidad, sino de grandeza; que la generosidad no se mide por lo material, sino por la disposición de dar sin esperar nada a cambio; y que la lealtad no es solo estar en las buenas, sino, sobre todo, en las malas.

A mis amigos de la Universidad, cómplices de esta travesía: Por convertir las largas horas de estudio en momentos memorables, por los apuntes compartidos, los cafés a medianoche y las risas que aliviaron el estrés. Juntos demostramos que el trabajo en equipo y la solidaridad hacen más ligera cualquier carga.

Finalmente, a la vida por darme la oportunidad de culminar este sueño. Hoy entiendo que los logros no son solo personales, sino colectivos. ¡Gracias por ser mi red de apoyo y mi motivo para seguir adelante!

Jonathan Maldonado

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño geométrico y estructural de un tramo de la carretera Soldados – San Antonio, ubicado entre las abscisas 0+000 y 2+500 km, en el cantón de Cuenca, provincia del Azuay. El enfoque del proyecto estuvo dirigido a optimizar la calidad y eficiencia de la vía, con el fin de garantizar mayor seguridad para los usuarios.

Para lograr este propósito, se ejecutaron diversas actividades técnicas. Inicialmente, se realizó un levantamiento topográfico detallado del área, el cual proporcionó información precisa sobre las características del terreno y permitió definir el trazado más adecuado para la carretera. Adicionalmente, se efectuó un conteo vehicular durante un período determinado, obteniendo datos esenciales sobre el volumen y comportamiento del tráfico en la zona. Estos resultados fueron fundamentales para orientar las decisiones de diseño.

El análisis de tráfico arrojó una proyección de TPDA de 537 y un ESSALS de 146,907 al final del período de diseño de 15 años. Por otro lado, el estudio geotécnico determinó un CBR del 42.17%, valor que permitió diseñar una estructura de pavimento flexible conformada por 8 cm de capa asfáltica, 15 cm de base y 15 cm de subbase granular, asegurando así la resistencia y durabilidad necesarias para soportar las cargas vehiculares previstas.

Este proyecto evidencia la aplicación integral de conocimientos en topografía, tráfico, geotecnia, hidráulica y pavimentos, ofreciendo una solución técnica viable y sostenible que promoverá el desarrollo y la conectividad en la región.

PALABRAS CLAVE: Vialidad, estructura vial, Diseño geométrico y estructural, Proyecciones de tráfico, topografía, MTOP 2003, AASHTO 93.

ABSTRACT

The main objective of this work is the geometric and structural design of a section of the Soldados – espesor de San Antonio Road, located between stations 0+000 and 2+500 km, in the Cuenca canton, Azuay province. The project's focus was directed toward optimizing the quality and efficiency of the road to ensure greater safety for its users.

To achieve this goal, various technical activities were carried out. Initially, a detailed topographic survey of the area was conducted, which provided accurate information about the terrain's characteristics and made it possible to define the most appropriate alignment for the road. Additionally, a traffic count was performed over a specific period, obtaining essential data on the volume and behavior of traffic in the area. These results were fundamental in guiding the design decisions.

The traffic analysis yielded a projected TPDA of 537 and an ESALS value of 146,907 by the end of the 15-year design period. On the other hand, the geotechnical study determined a CBR value of 42.17%, which allowed the design of a flexible pavement structure consisting of 8 cm of asphalt layer, 15 cm of base, and 15 cm of granular subbase, thus ensuring the required strength and durability to support the expected vehicular loads.

This project demonstrates the comprehensive application of knowledge in surveying, traffic, geotechnics, hydraulics, and pavement design, offering a technically viable and sustainable solution that will promote development and connectivity in the region.

KEYWORDS: Road infrastructure, road structure, geometric and structural design, traffic projections, topography, MTOP 2003, AASHTO 93.

Tabla de Contenido

RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
1. Tema del trabajo de titulación.....	21
2. Antecedentes	22
3. Justificación	24
4. Ubicación	25
5. Objetivos.....	26
5.1 Objetivo General	26
5.2 Objetivos Específicos	26
6. Marco Conceptual	27
6.1 Carreteras:	27
7. Criterios Fundamentales de Diseño de una Carretera	27
7.1 Funcionalidad	27
7.2 Seguridad.....	28
7.3 Comodidad.....	28
7.4 Adaptación al Entorno	29
7.5 Economía.....	29
7.6 Clasificación de Carreteras:.....	29
7.6.1 Según su Competencia o Administración.....	30
7.6.2 Según TPDA	30
7.6.3 Según su Función.....	31

7.6.4	Según el Tipo de Terreno	32
7.7	Levantamiento Topográfico	32
7.8	Importancia del Levantamiento Topográfico en Diseño Vial	33
7.9	Tipos de Levantamiento Topográfico	33
7.9.1	Levantamiento Planimétrico.....	33
7.9.2	Levantamiento Altimétrico.....	33
7.9.3	Levantamiento Topográfico Mixto (Planimétrico y Altimétrico).....	34
7.9.4	Levantamiento con Estación Total y GPS	34
7.10	Análisis de Tráfico	34
7.10.1	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	34
7.10.2	Tipos de Conteo de Tráfico	35
7.10.3	Tráfico Actual.....	35
7.10.4	Tráfico Generado	35
7.10.5	Tráfico de Desarrollo.....	36
7.10.6	Cálculo del TPDA Total.....	36
7.10.7	Tráfico Futuro.....	36
7.10.8	Cálculo del ESAL's (Ejes Equivalentes)	37
7.10.9	Composición del Tránsito	37
7.11	Diseño Geométrico.....	38
7.11.1	Clasificación de la Vía y Velocidad de Diseño.	39
7.11.2	Diseño Geométrico Horizontal.....	39

7.11.3	Diseño Geométrico Vertical.....	45
7.11.4	Velocidad de Diseño	49
7.11.5	Gradientes	51
7.11.6	Gradientes Mínimas	51
7.11.7	Peralte	51
7.12	Señalización.....	53
7.12.1	Señalización Vertical	56
7.12.2	Señalización Horizontal	58
7.12.3	Señales Regulatorias	58
7.13	Suelos.....	59
7.13.1	Fases del Reconocimiento del Terreno	59
7.13.2	Contenido de Humedad del Suelo.....	60
7.13.3	Granulometría del Suelo.	61
7.13.4	Límites Líquidos e Índices de Plasticidades.....	62
7.13.5	Proctor Modificado	63
7.13.6	CBR.....	63
7.14	Pavimentos	64
7.14.1	Pavimento Flexible.....	64
7.14.2	Pavimento Rígido.....	65
7.14.3	Pavimento Semirrígido	65
7.15	Guía de Diseño de Pavimentos, AASHTO 93.....	65

7.15.1	Formula AASHTO 93	66
7.15.2	Niveles de Serviabilidad.....	68
7.16	Drenaje	75
7.17	Cunetas.....	75
7.17.1	Localización de cunetas	76
7.17.2	Pendiente longitudinal de las cunetas.	76
7.17.3	Velocidad de diseño en cunetas.....	76
7.17.4	Flujo Uniforme en cunetas.....	76
7.17.5	Sección del canal o cuneta.....	77
7.17.6	Escorrentía superficial.....	78
7.18	Alcantarillas	78
7.19	Normativas y Legislación Aplicable.....	79
7.19.1	Normativa Nacional.....	79
7.19.2	Normativa Internacional.....	80
8.	Metodología	80
8.1	Área de Estudio.....	80
8.2	Estrategia de Solución.....	81
8.2.1	Reconocimiento de Campo.....	81
8.2.2	Determinación del flujo vehicular	81
8.2.3	Levantamiento topográfico.....	81
8.3	Materiales y equipos utilizados	82

8.3.1	Receptor GNSS RTK (Navegación por Satélite en Tiempo Real).....	82
8.3.2	Equipos de Comunicación (Radios Walkie - Talkie).....	82
8.3.3	Instrumentos de medición (Flexómetro).....	83
8.3.4	Estación de trabajo (Computadora).....	83
8.4	Análisis de Tráfico.....	83
8.5	Diseño Geométrico.....	84
8.6	Diseño de Drenaje:.....	84
8.7	Diseño de Pavimento.....	84
9.	Cálculos.....	85
9.1	Ensayos de Laboratorio.....	85
9.1.1	Granulometría.....	86
9.1.2	Limite Líquido y Limite Plástico.....	89
9.1.3	Proctor Modificado:.....	90
9.1.4	CBR.....	91
9.2	TPDA.....	96
9.3	ESALS.....	102
9.4	Diseño de Pavimento Flexible.....	105
9.5	Estructuras de Evacuación de Aguas Pluviales.....	108
9.6	Presupuesto Referencial.....	111
9.7	Conclusiones.....	112
9.8	Recomendaciones.....	113

10.	Referencias	114
11.	Anexos	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Tramo de la vía Soldados - San Antonio de Angas.....</i>	25
Ilustración 2. <i>Clasificación de Carreteras.....</i>	31
Ilustración 3. <i>Tipos de Vehículos Motorizados, Remolques y Semirremolques</i>	38
Ilustración 4. <i>Elementos que Forman una Curva Circular Simple</i>	41
Ilustración 5. <i>Tangente Vertical</i>	45
Ilustración 6. <i>Curvas Verticales Convexas.....</i>	46
Ilustración 7. <i>Curvas Verticales Cóncavas.....</i>	48
Ilustración 8. <i>Coeficiente de Fricción Lateral</i>	52
Ilustración 9 <i>Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta</i>	53
Ilustración 10 <i>Línea de Pare en Cruces Cebra Intersección Controlada por una Señal de pare.....</i>	54
Ilustración 11 <i>Línea de Ceda el Paso en vía bidireccional</i>	55
Ilustración 12 <i>Dimensiones de las señales horizontales</i>	55
Ilustración 13 <i>Dimensiones de las Señales Horizontales</i>	56
Ilustración 14 <i>Señalizaciones Verticales.....</i>	57
Ilustración 15 <i>Señales de Ascenso y Descenso</i>	58
Ilustración 16 <i>Niveles de Confiabilidad</i>	67
Ilustración 17 <i>Error Normal Combinado, So</i>	67
Ilustración 18 <i>Niveles de Confiabilidad R%</i>	68
Ilustración 19 <i>Desviación Estándar Zr</i>	68
Ilustración 20 <i>Serviciabilidad Po.....</i>	69
Ilustración 21 <i>Serviciabilidad Inicial Po.....</i>	69
Ilustración 22 <i>Método Empírico para Estimación de Mr.....</i>	69
Ilustración 23 <i>Valores Máximos de E para el Módulo Resiliente</i>	70
Ilustración 24 <i>Coeficiente estructural a1 para Mezclas de Concreto Asphaltico</i>	71

Ilustración 25 <i>Coeficiente Estructural a_2 para Base granular no tratada</i>	71
Ilustración 26 <i>Coeficiente Estructural a_2 para Subbase Granular no Tratada</i>	72
Ilustración 27 <i>Ecuaciones para Obtener los Coeficientes a_i</i>	72
Ilustración 28 <i>Calidad del Drenaje</i>	73
Ilustración 29 <i>Valores de m Recomendados para Corregir los Coeficientes Estructurales de Bases y Subbases granulares</i>	73
Ilustración 30 <i>Ecuaciones para el Cálculo de Espesores de la Estructura del Pavimento</i>	74
Ilustración 31 <i>Espesores Mínimos para la Capa asfáltica y de Base Granular</i>	74
Ilustración 32 <i>Sección Triangular de la Cuneta</i>	77
Ilustración 33 <i>Elementos de una Alcantarilla</i>	79
Ilustración 34 <i>Ubicación del Proyecto</i>	80
Ilustración 35 <i>Levantamiento Topográfico con Equipo RTK</i>	82
Ilustración 36 <i>Plantilla para Conteo Vehicular</i>	84
Ilustración 37 <i>Extracción Muestras de Suelo</i>	85
Ilustración 38 <i>Ensayo de granulometría</i>	88
Ilustración 39 <i>Ensayo Limite Líquido</i>	89
Ilustración 40 <i>Ensayo Limite Plástico</i>	90
Ilustración 41 <i>Ensayo Proctor Modificado</i>	91
Ilustración 42 <i>Ensayo de CBR</i>	92
Ilustración 43 <i>Ubicación de la Estación de conteo vehicular</i>	97
Ilustración 44 <i>Espesores de la Capa de Pavimento</i>	107
Ilustración 45 <i>Sección se las Cunetas, Izquierda y Derecha</i>	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de Vía</i>	39
Tabla 2. <i>Elementos que Forman una Curva Circular Simple</i>	41
Tabla 3 <i>Cálculo del Radio Mínimo de Curvatura</i>	44
Tabla 4. <i>Valores de “K” para Diferentes Velocidades de Diseño en Curvas Convexas</i> .47	
Tabla 5. <i>Valores de “K” para Diferentes Velocidades de Diseño en Curvas Cóncavas</i> .49	
Tabla 6. <i>Relación de Velocidades de Diseño y Circulación</i>	50
Tabla 7 <i>Clasificación del Suelo Mediante Valores de CBR</i>	64
Tabla 8 <i>Velocidades del Agua con que se Erosionan Diferentes Materiales</i>	76
Tabla 9 <i>Coordenadas del Proyecto</i>	81
Tabla 10 <i>Granulometría, Cu, Cc y Curva Granulométrica, Abscisa 0+750</i>	86
Tabla 11 <i>Granulometría, Cu, Cc y Curva Granulométrica, Abscisa 1+900</i>	87
Tabla 12 <i>Resultados CBR, Vía Soldados-San Antonio, Abscisa 0+750</i>	93
Tabla 13 <i>Resultados CBR, Vía Soldados - San Antonio, abscisa 1+1900</i>	95
Tabla 14 <i>Resumen Conteo Vehicular, Vía Soldados-San Antonio, abscisas 0+000 a 2+500 km</i>	97
Tabla 15 <i>Volumen Horario de Máxima Demanda</i>	98
Tabla 16 <i>Determinación del Factor Horario</i>	99
Tabla 17 <i>Determinación del Factor Semanal</i>	99
Tabla 18 <i>Determinación del Factor mensual</i>	100
Tabla 19 <i>Determinación del TPDA para el Año 2025</i>	101
Tabla 20 <i>TPDA Proyectado para 2040</i>	101
Tabla 21 <i>Porcentaje de vehículos</i>	102
Tabla 22 <i>Factor Equivalente de Carga por Tipo de Vehículo</i>	103
Tabla 23 <i>Distribución y Porcentaje de vehículos</i>	103
Tabla 24 <i>Factor de Carril</i>	104

Tabla 25 <i>Taza de Crecimiento Vehicular/Cuenca</i>	104
Tabla 26 <i>Cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 8.2 Ton</i>	105
Tabla 27 <i>Cálculo de los Números Estructurales SNI y SN</i>	106
Tabla 28 <i>Espesores de la Estructura del Pavimento</i>	106
Tabla 29 <i>Retro cálculo de h y SN</i>	107
Tabla 30 <i>Estructura Final del Pavimento</i>	107
Tabla 31 <i>Datos Mensuales de Precipitación Máxima</i>	108
Tabla 32 <i>Intensidad Máxima (mm/h)</i>	108
Tabla 33 <i>Curvas IDF</i>	109
Tabla 34 <i>Dimensiones de las cunetas</i>	109
Tabla 35 <i>Diámetros de Alcantarillas</i>	110
Tabla 36. <i>Presupuesto Referencial Vía Soldados - San Antonio, abscisas 0+000 a 2+500</i>	111

1. Tema del trabajo de titulación

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.

2. Antecedentes

En la provincia del Azuay, como en la mayor parte del Ecuador el tema de infraestructura vial constituye una problemática alarmante que debe ser tomada en cuenta muy responsablemente por las diferentes instituciones gubernamentales y de desarrollo social, puesto que se carece de vías de calidad que proporcionen una conectividad eficiente y segura entre las diferentes provincias, cantones, ciudades y comunidades, a lo largo y ancho de nuestro país; sin embargo, los sectores rurales son los más afectados por las deplorables condiciones de las carreteras que conducen a los centros poblados, lo cual a la par generan impactos negativos de carácter económico y social que retrasan el desarrollo, progreso y bienestar de las comunidades.

La nueva vía San Joaquín – Soldados – Chaucha - La Iberia - San Carlos - Balao, ha despertado expectativa y gran interés de toda la provincia del Azuay, así como de los cantones costaneros: Naranjal, Balao, El Guabo, Pasaje, Ponce Enríquez y Machala, al surgir la posibilidad de poder desplazarse de forma segura, en tan solo 90 minutos, a la ciudad de Cuenca y beneficiarse de todas las potencialidades del Azuay.

En principio, esta red vial fue construida ante la necesidad de mejorar la conectividad entre las comunidades rurales aledañas a Soldados y los centros urbanos, facilitando el acceso al comercio, promoviendo y facilitando el transporte de productos agrícolas y ganaderos.

Sin embargo, es evidentemente importante la proyección de esta nueva ruta, ya que no solamente conecta las comunidades rurales del cantón Cuenca, sino que también se avizora la conexión del cantón Cuenca con la costa ecuatoriana, debido a que la antigua ruta, Cuenca - Molleturo - Puerto Inca con una extensión de 120 Km, tiene serias limitantes al atravesar el

Parque Nacional Cajas y un desnivel superior a 4.000 metros, con frecuentes y lamentables accidentes de tránsito.

La comunidad Soldados comprende el territorio más extenso de la parroquia San Joaquín, está situada a 25 kilómetros de la ciudad de Cuenca, con un tiempo de desplazamiento de 45 minutos acorde a las condiciones de la vía y del clima. La altitud varía entre 2500 y 3500 m.s.n.m. y su temperatura promedio entre 5°C y 15°C con precipitaciones constantes durante el año.

Al norte limita con la parroquia Sayausí, al sur con la parroquia Baños, al oeste con la zona urbana de Cuenca y al este con la parroquia Chaucha.

El trazado de la vía proyectado no es fácil debido a la topografía ondulada, se generarán impactos ambientales, sin embargo, los beneficios para la provincia del Azuay, el mejoramiento de las condiciones sociales para las parroquias de San Joaquín y Chaucha, en concreto, mediante el desarrollo turístico significará un inminente progresivo socioeconómico, justificándose plenamente esta intervención vial.

3. Justificación

La construcción de redes viales de calidad en zonas rurales es un factor importante para el desarrollo económico y social ya que permite optimizar la comunicación entre comunidades promoviendo el comercio de productos agrícolas y ganaderos que forman la base de la economía local que repercute en el bienestar de las familias.

Actualmente, el tramo de vía a intervenir se encuentra en condiciones defectuosas de trazado, por no haberse observado especificaciones técnicas, no cuenta con una carpeta asfáltica, lo cual en épocas de verano provoca afectaciones a las viviendas que se sitúan a lo largo de la vía, debido al polvo que se levanta por la circulación de vehículos, además esto genera un ambiente poco saludable para sus moradores.

Por otra parte, en temporada de invierno la escorrentía provoca irrupciones del tránsito y erosión de la calzada. Estas afecciones resultan difíciles de ser atendidas a tiempo, puesto que al ser una zona rural no cuenta con la maquinaria adecuada para atender las respectivas necesidades; estas condiciones afectan directamente a los habitantes, generando costos adicionales para el transporte de productos y suministros, limitando el progreso de los pequeños productores y el desarrollo sostenible y sustentable de la localidad.

La pavimentación de la vía que conecta los sectores de Soldados y San Antonio de Angas traerá múltiples beneficios para las comunidades situadas en los sectores aledaños, permitirá reducir el tiempo de desplazamiento, favoreciendo la intercomunicación entre comunidades de manera segura y facilitando el acceso al comercio, a la salud, a la educación. Además, incentivará en los moradores, el emprendimiento de actividades turísticas,

dinamizando la economía local, contribuyendo al desarrollo de las comunidades y bienestar de las familias.

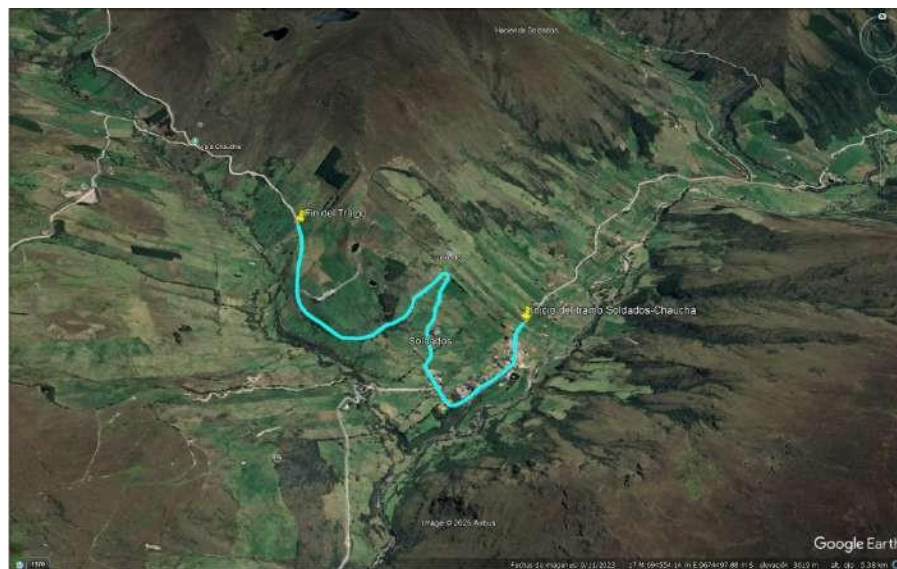
4. Ubicación:

La vía objeto de estudio, “Soldados - San Antonio de Angas” se localiza en la zona suroccidente del cantón Cuenca, perteneciente a la provincia del Azuay.

Este tramo vial comprende desde el sector de Soldados, en la parroquia San Joaquín, con una extensión de 2.5 km en dirección al sector San Antonio de Angas perteneciente a la parroquia rural Chaucha, atravesando una zona de topografía irregular y características geográficas propias de la cordillera Occidental de los Andes.

Ilustración 1.

Tramo de la vía Soldados - San Antonio de Angas



Fuente: Google Earth Pro

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y estructural de la vía Soldados - San Antonio de Angas, desde la abscisa 0+000 hasta 2+500 km, en el cantón Cuenca, provincia del Azuay, para mejorar las condiciones de comunicación vial de la población, permitiendo mejores condiciones de vida de los moradores.

5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Efectuar un estudio de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que circula por la vía Soldados-Chaucha.
- ✓ Realizar el levantamiento topográfico de la vía Soldados-San Antonio de Angas, del tramo comprendido entre la abscisa 0+000 hasta 2+500 km para realizar el trazado longitudinal y transversal de la vía.
- ✓ Realizar el estudio de suelos mediante calicatas para determinar el CBR de diseño para establecer la estructura del pavimento flexible, acorde a las exigencias de carga de tráfico determinadas.
- ✓ Determinar el presupuesto aproximado del diseño propuesto para su financiamiento y ejecución.

6. Marco Conceptual

Una adecuada infraestructura vial es esencial para optimizar la seguridad en los desplazamientos, lo que no solamente incrementa el flujo turístico, también impulsa el desarrollo económico al facilitar la comercialización de productos. Un sistema de transporte eficiente es primordial en la integración de mercados y territorios, mejorando el acceso a recursos y generando un desarrollo económico para la población. Es importante que, al diseñar una vía, se cumpla con las normativas técnicas nacionales e internacionales que garanticen y aseguren la funcionalidad y durabilidad del diseño geométrico y su estructural vial.

6.1 Carreteras:

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

7. Criterios Fundamentales de Diseño de una Carretera.

El diseño geométrico y estructural de una vía responde a un conjunto de principios técnicos cuyo objetivo es garantizar una infraestructura eficiente, segura y sostenible. En Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) establece que el diseño de carreteras debe considerar de forma integrada los siguientes cinco criterios fundamentales (MTO, 2013).

7.1 Funcionalidad

La funcionalidad se refiere a que la vía debe cumplir su propósito dentro de la red vial, facilitando el flujo vehicular y peatonal con eficiencia. Esto implica que el diseño debe adaptarse al tipo de servicio que la vía presta: tránsito local, regional o nacional.

“El diseño geométrico debe responder a la función asignada a la vía, asegurando que pueda transportar los volúmenes de tránsito previstos de forma continua y eficiente” (MTO, 2013).

La clasificación funcional (arterial, colectora, local) es clave para definir características como velocidad de diseño, capacidad de flujo, y jerarquía vial (Kraemer, 2009).

7.2 Seguridad

El criterio de seguridad vial busca minimizar el riesgo de accidentes mediante un diseño que anticipe el comportamiento de los conductores, reduzca los conflictos de circulación y proporcione buena visibilidad, señalización y geometría adecuada.

“La seguridad debe ser prioritaria en todo diseño vial, garantizando que los usuarios puedan operar los vehículos en condiciones previsibles y controladas” (AASHTO, 2004, págs. 3-5).

En Ecuador, las normas del MTO exigen aplicar radios mínimos de curva, pendientes controladas, dispositivos de contención y otros elementos que reduzcan peligros (MTO, 2013).

7.3 Comodidad

La comodidad se relaciona con la experiencia del usuario durante la circulación. Esto incluye minimizar variaciones bruscas de alineamiento, proporcionar superficies regulares y mantener una velocidad uniforme sin cambios repentinos en la geometría.

“El confort de conducción es esencial para reducir la fatiga del conductor y mejorar la eficiencia del transporte, especialmente en tramos largos” (Domínguez, 2010).

En el diseño ecuatoriano, se recomienda mantener continuidad entre elementos geométricos y evitar diseños que generen incomodidad o confusión al usuario.

7.4 Adaptación al Entorno

El diseño vial debe respetar las condiciones topográficas, climáticas, ambientales y sociales del entorno donde se construye. Esto implica adaptar el trazado a la geografía del terreno, minimizar el impacto ambiental y evitar alteraciones innecesarias a los ecosistemas o comunidades locales.

“Un diseño armónico con el entorno evita costos sociales, mejora la aceptación del proyecto y reduce el impacto ambiental” (MTOP, 2013)

Esto incluye considerar zonas de riesgo geológico, áreas protegidas, cuerpos de agua y el patrimonio cultural o ancestral.

7.5 Economía

El criterio de economía busca lograr un equilibrio entre costo inicial, mantenimiento a largo plazo, y vida útil de la vía. Un diseño económico no necesariamente es el más barato, sino el que optimiza recursos técnicos y financieros considerando todo el ciclo de vida del proyecto.

“La selección del trazado, tipo de pavimento y elementos de drenaje deben responder a criterios de costo - efectividad a largo plazo” (Kraemer, 2009).

En Ecuador, se prioriza el uso de materiales locales, soluciones de ingeniería adaptadas y costos realistas para las condiciones geográficas del país (MTOP, 2013).

7.6 Clasificación de Carreteras:

La clasificación de las carreteras es un sistema que organiza las vías de transporte terrestre en distintas categorías según su funcionalidad, entre las principales categorías se encuentran:

7.6.1 Según su Competencia o Administración

Esta clasificación identifica a la **entidad responsable** del mantenimiento y gestión de la vía. En Ecuador, las vías se agrupan en tres niveles:

- **Red Vial Estatal (RVE):** Administrada por el MTOP. Conecta capitales de provincia, fronteras, puertos y aeropuertos.
- **Red Vial Provincial (RVP):** Administrada por gobiernos autónomos provinciales. Une cabeceras cantonales y zonas agrícolas.
- **Red Vial Cantonal o Urbana (RVC):** Administrada por los municipios. Atiende zonas Urbanas o rurales locales.

“La clasificación por competencia permite distribuir responsabilidades y recursos de manera eficiente entre los distintos niveles de gobierno” (MTOP, 2013)

7.6.2 Según TPDA

La clasificación de carreteras según el Tránsito Promedio Diario Anual es un criterio técnico utilizado para categorizar vías según la intensidad vehicular que soportan. El TPDA representa el número promedio de vehículos que transitan por una carretera en un día, extrapolado a un año completo, y es fundamental para determinar el diseño geométrico, el tipo de pavimento y las necesidades de mantenimiento (MTOP, 2013).

Ilustración 2.

Clasificación de Carreteras

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

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

7.6.3 Según su Función

- **Carreteras Primarias o de Primer Orden:**

Son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de las provincias, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del país. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto, y deben ser pavimentadas (Grisales, 2013).

- **Carreteras Secundarias o de Segundo orden:**

Son aquellas vías que unen cabeceras municipales (ciudades intermedias) entre sí y que conectan con una carretera primaria. Suelen tener menor volumen de tráfico y son vías con especificaciones geométricas menos rigurosas. (Grisales, 2013).

- **Carreteras Terciarias o de Tercer Orden:**

Son aquellas vías que unen cabeceras municipales con zonas rurales o que unen zonas rurales entre sí. Pueden ser de tierra o pavimentadas con menor capacidad de carga (Grisales, 2013).

7.6.4 Según el Tipo de Terreno

El tipo de terreno influye directamente en el trazado, los radios de curva, pendientes máximas y volúmenes de corte y relleno.

Según el **MTOP (2013)**, el terreno se clasifica en:

- **Llano:** Pendientes naturales menores al 5%. Permite velocidades de diseño altas y trazados rectos.
- **Ondulado:** Pendientes entre el 5% y 15%. Requiere mayor flexibilidad en el diseño geométrico.
- **Montañoso:** Pendientes mayores al 15%. Se necesitan curvas horizontales cerradas, pendientes longitudinales mayores y obras de contención.

“La clasificación del terreno condiciona directamente la geometría vial, afectando el costo y la seguridad del proyecto” (MTOP, 2013).

7.7 Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico es el conjunto de procedimientos y técnicas que permiten determinar con precisión la posición tridimensional de puntos sobre la superficie terrestre. Esta información es esencial para representar el relieve y otros elementos del terreno mediante planos, mapas o modelos digitales (Domínguez, 2010).

En el campo del diseño vial, el levantamiento topográfico proporciona la base geométrica para definir alineamientos horizontales y verticales, así como para calcular volúmenes de movimiento de tierras, pendientes y drenajes (MTOP, 2013).

“El levantamiento topográfico constituye el insumo principal para el diseño y construcción de carreteras, ya que representa fielmente las condiciones físicas del terreno” (MTOP, 2013).

7.8 Importancia del Levantamiento Topográfico en Diseño Vial

En el contexto vial, el levantamiento topográfico permite:

- Determinar alternativas de trazado eficientes y seguras.
- Identificar obstáculos físicos o condiciones geotécnicas.
- Establecer perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno.
- Planificar adecuadamente obras de drenaje, muros de contención y otras estructuras complementarias.

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE), el levantamiento topográfico debe cumplir con criterios de precisión y cobertura, de acuerdo con el tipo de vía y etapa del proyecto (MTOPE, 2013).

7.9 Tipos de Levantamiento Topográfico

Existen varios tipos de levantamientos topográficos, dependiendo de la finalidad y las condiciones del terreno. Los más comunes en el diseño vial son:

7.9.1 Levantamiento Planimétrico

Este tipo de levantamiento tiene como objetivo determinar la posición horizontal de los puntos, sin considerar su elevación. Se utiliza para elaborar mapas, delimitar predios y ubicar elementos existentes (Domínguez, 2010).

7.9.2 Levantamiento Altimétrico

También conocido como nivelación, este levantamiento determina la altura o elevación de los puntos respecto a un plano de referencia. Es esencial para definir perfiles y pendientes longitudinales (Guilani & Wolf, 2015).

7.9.3 Levantamiento Topográfico Mixto (Planimétrico y Altimétrico)

Es el más utilizado en ingeniería vial, ya que permite representar tanto la posición horizontal como vertical del terreno. Este tipo de levantamiento es la base para generar modelos digitales del terreno.

7.9.4 Levantamiento con Estación Total y GPS

Actualmente, se emplean equipos electrónicos como estaciones totales y receptores GNSS (GPS diferencial) para mejorar la precisión y eficiencia del trabajo en campo. Estos equipos permiten recopilar grandes cantidades de datos en menos tiempo y con mayor exactitud (Guilani & Wolf, 2015)

7.10 Análisis de Tráfico

Para garantizar la calidad de una vía, es indispensable estudiar el volumen vehicular, la velocidad, la capacidad de carga, sabiendo que son ellos los parámetros más significativos en el análisis de tráfico motorizado que permiten establecer el comportamiento del tráfico en un sistema de carreteras, estos parámetros ayudan a evaluar el sistema operativo de la vía además de permitir visualizar posibles problemas de congestión vehicular que pudieran presentarse. (Guillen & Viñan, 2022)

7.10.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El TPDA representa el número promedio de vehículos que circulan por un tramo vial en un día, considerando todo un año. Es la base para definir la jerarquía funcional de la vía, la sección transversal, y estimar el deterioro estructural del pavimento.

“El TPDA permite clasificar las vías y establecer las condiciones mínimas geométricas para el diseño vial” (MTOP, 2013).

Se calcula a partir de conteos de tráfico y factores de corrección estacionales.

7.10.2 Tipos de Conteo de Tráfico

El levantamiento de datos de tránsito puede realizarse mediante diversos métodos, dependiendo de los recursos disponibles y la precisión requerida:

- **Conteo Manual:** Observación directa, ideal para conteos clasificados en intersecciones o zonas urbanas.
- **Conteo Mecánico (Automático):** Equipos como tubos neumáticos o sensores magnéticos registran la cantidad y velocidad de vehículos.
- **Conteo Permanente:** Estaciones fijas que registran el flujo durante todo el año.

“La calidad de los datos de tráfico depende del método de recolección, duración del conteo y ubicación estratégica” (Domínguez, 2010)

7.10.3 Tráfico Actual

Se refiere al flujo vehicular medido directamente en un momento determinado. Es el insumo inicial para estimar el TPDA y evaluar el nivel de servicio actual de la vía.

En Ecuador, los estudios deben considerar variaciones horarias, diarias y estacionales del tráfico (MTOPI, 2013).

7.10.4 Tráfico Generado

Es el tráfico inducido directamente por una nueva urbanización, industria o infraestructura. Se estima mediante coeficientes de generación según el tipo de actividad (residencial, comercial, industrial).

“El tráfico generado debe evaluarse en proyectos nuevos para garantizar que la vía soporte la demanda futura sin saturarse” (Kraemer, 2009).

7.10.5 Tráfico de Desarrollo

Es el incremento del tráfico debido al crecimiento económico y demográfico de la zona, independiente del proyecto vial en sí mismo. Se calcula con tasas de crecimiento promedio anual (por ejemplo, 2%-5%).

“El tráfico de desarrollo es clave para dimensionar la capacidad futura de la vía y prevenir su obsolescencia prematura” (MTOP, 2013).

7.10.6 Cálculo del TPDA Total

El TPDA total proyectada combina:

$$TPDA\ total = TPDA\ actual + Tráfico\ generado + Tráfico\ de\ desarrollo$$

A este resultado se le aplica una tasa de crecimiento anual compuesto (g) para calcular el tráfico proyectado en el horizonte de diseño (20 años típicamente en Ecuador):

$$TPDA\ futuro = TPDA\ actual \times (1 + g)^n$$

7.10.7 Tráfico Futuro

Se proyecta para determinar la vida útil estructural del pavimento. La estimación debe considerar:

- Tasa de crecimiento histórico.
- Factores socio-económicos regionales.
- Planes de desarrollo urbano o rural.

Un diseño vial adecuado considera la demanda futura para evitar sobredimensionamientos o colapsos funcionales (AASHTO, 2004).

7.10.8 Cálculo del ESAL's (Ejes Equivalentes)

Los ESAL's (Equivalent Single Axle Loads) representan el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (18,000 lb) que causan el mismo daño estructural al pavimento que el flujo total de vehículos proyectado.

En Ecuador, se usa la fórmula AASHTO 1993 modificada para calcular los ESAL's acumulados durante el período de diseño:

$$ESAL's = TPDA_{pesado} \times Factor\ de\ año \times 365 \times años\ de\ diseño$$

El factor de daño depende del tipo de vehículo, número de ejes y su peso real (MTOPI, 2013).

7.10.9 Composición del Tránsito

Es la distribución porcentual de los tipos de vehículos que transitan por la vía: livianos, buses, camiones de 2 o más ejes, motocicletas, etc. Es fundamental para:

- Calcular los ESAL's.
- Diseñar intersecciones, carriles de adelantamiento o zonas de frenado.
- Evaluar el impacto ambiental y sonoro del proyecto vial.

“El análisis del tránsito pesado es clave para el diseño estructural del pavimento y la planificación del mantenimiento” (Guilani & Wolf, 2015).

Según la (NEVI 12, 2013) existen diferentes clases de vehículos en el tránsito.

Ilustración 3.

Tipos de Vehículos Motorizados, Remolques y Semirremolques

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PCD MÁXIMO PERMITIDO (Tm.)	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-D			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZB			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	3,00	4,30
S2			20	13,00	3,00	4,30
S1			11	13,00	3,00	4,30
R2			22	10,00	3,00	4,30
R3			31	10,00	3,00	4,30
B1			11	10,00	3,00	4,30
B2			20	10,00	3,00	4,30
B3			24	10,00	3,00	4,30

Fuente: (NEVI 12, Norma para Estudios y Diseños Viales (Vol. 2A), 2013)

7.11 Diseño Geométrico

El diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial y los elementos necesarios para la seguridad. Este diseño abarca la creación de curvas horizontales y verticales, la determinación de pendientes y la definición de carriles y zonas de intersección considerando factores como el radio de curvatura, la visibilidad, pendientes máximas para cumplir con las normativas de seguridad. Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la

mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un análisis de tráfico (T.A.M.S-ASTEC, 2003).

7.11.1 Clasificación de la Vía y Velocidad de Diseño.

Se estableció la categoría de la vía en base al tipo de servicio que presta, el volumen actual y proyectado de TPDA que es de 537. Con base a estos criterios, se clasifica funcionalmente como una C2, y cuenta con áreas rurales de baja densidad poblacional y su terreno montañoso

Tabla 1

Clasificación de Vía

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA_d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: MTOP 2013

Esta clasificación implica que la vía conecta caminos vecinales con vías secundarias o principales y su velocidad de diseño es de 40 km/h.

7.11.2 Diseño Geométrico Horizontal

El diseño geométrico horizontal de una vía se refiere al trazado de la carretera en planta (es decir, visto desde arriba). Incluye elementos como rectas (tangentes), curvas circulares y transiciones, que permiten establecer un recorrido fluido, seguro y cómodo para los usuarios, adaptándose a la topografía del terreno y a la velocidad de diseño seleccionada (MTOP, 2013).

7.11.2.1 *Tangentes*

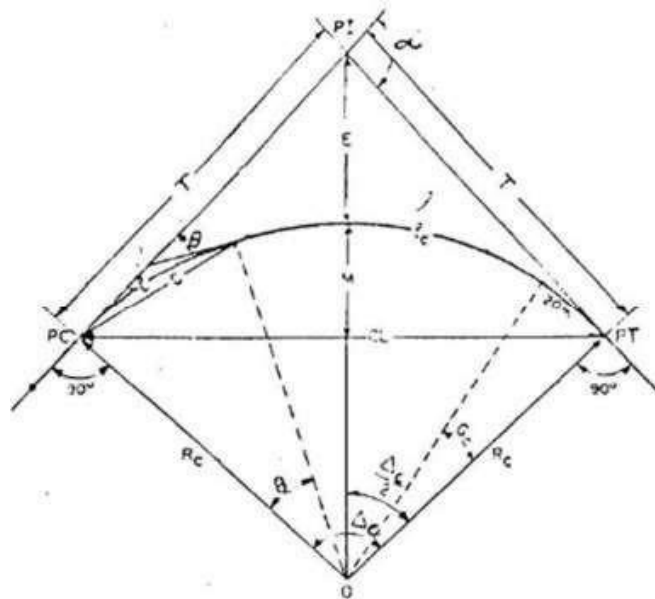
Las tangentes son tramos rectilíneos dentro del alineamiento horizontal de una vía. En estos tramos el conductor puede mantener una dirección constante sin realizar maniobras de giro. Las tangentes son fundamentales para proporcionar secciones de adelantamiento, mejorar la visibilidad y permitir zonas de transición entre curvas. Según la normativa NEVI-12, se deben respetar longitudes mínimas y máximas de tangentes, determinadas por la clase de vía y la velocidad de diseño, para evitar cambios bruscos de dirección (MTOP, 2013).

7.11.2.2 *Curvas Circulares*

Las curvas circulares son segmentos de circunferencia utilizados para unir dos tangentes que forman un ángulo horizontal. Se caracterizan por tener un radio constante y son esenciales para permitir que el vehículo realice el cambio de dirección de forma segura y cómoda. Su trazado depende directamente de la velocidad de la velocidad de diseño y del peralte asignado. La normativa ecuatoriana NEVI-12 establece que toda curva circular debe contar con valores adecuados de visibilidad y distancia de frenado, además de cumplir con los límites de peralte y fricción lateral (MTOP, 2013).

Ilustración 4.

Elementos que Forman una Curva Circular Simple



Fuente: (MTO, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras., 2013)

A continuación, se describen los principales elementos particulares de una curva circular, con base en la normativa ecuatoriana NEVI-12:

Tabla 2.

Elementos que Forman una Curva Circular Simple

Elemento	Descripción
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto donde empieza la curva simple
PT	Punto donde termina la curva simple
α	Ángulo de deflexión de las tangentes
Δ_c	Ángulo central de la curva circular
θ	Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
G_c	Grado de curvatura de la curva circular

R_c	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
L_e	Longitud de la curva circular

FUENTE: (MTO, Normas de diseño Geométrico de Carreteras., 2013)

1) **Punto de intersección (PI)**

Es el punto donde se cruzan las dos tangentes que la curva unirá. Desde este punto se mide el ángulo de deflexión (Δ), que es el ángulo formado entre las dos direcciones.

2) **Ángulo de deflexión (α)**

Es el ángulo interno entre las tangentes de entrada y salida. Determina la magnitud de la curva: mientras mayor sea el ángulo, más cerrada será la curva.

3) **Punto de Curva (PC)**

También llamado inicio de curva es el punto donde termina la primera tangente y comienza la curva circular.

4) **Punto de Tangente (PT)**

También llamado fin de curva, es donde termina la curva circular y comienza la segunda tangente.

5) **Longitud de Curva (L_e)**

Es la longitud total del arco de la curva circular, que puede calcularse con:

$$L = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

Donde:

- R = radio de la curva
- α = ángulo de deflexión en grados

6) **Cuerda (C)**

Es la línea recta formada entre dos puntos de la curva, y representa la distancia directa entre el inicio y el fin de la curva.

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\pi}{2}$$

7) **Cuerda Larga (CL)**

Cuerda resultante cuando los puntos de la curva se ubican en PC y PT.

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

8) **Tangente de Curva (T)**

Es la distancia entre el PI y el PC o el Pt, proyectada sobre la tangente. Se puede calcular con:

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

9) **Ordenada Media (M)**

Longitud de flecha que se ubica en medio de la curvatura.

$$M = R - R \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

10) **Deflexión en cualquier punto de la curva (θ)**

Ángulo formado por la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto estimado.

$$\theta = \frac{G_c * L}{20}$$

11) External (E)

Es la distancia desde el PI hasta el punto más lejano del arco (el centro del círculo proyectado perpendicularmente).

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

7.11.2.3 Radio Mínimo de Curvatura

El radio mínimo de curvatura es el menor radio permitido para una curva circular en planta, y se determina a partir de la velocidad de diseño, el coeficiente de fricción lateral y el peralte aplicado. En Ecuador, se utiliza la siguiente fórmula recomendada por el MTOP:

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

Donde:

- R = radio mínimo en metros
- V = velocidad de diseño en km/h
- e = peralte (máximo o permitido en Ecuador: 8%)
- f = fricción lateral (valor de diseño depende de la velocidad)

El objetivo es evitar deslizamientos laterales y garantizar comodidad en el trazado. La normativa ecuatoriana proporciona tablas con valores de radios mínimos recomendados según la velocidad y tipo de vía (MTOP, 2013).

Tabla 3

Cálculo del Radio Mínimo de Curvatura

$R = V^2 / (127(e + f))$		
V	40	km/h
e	0.08	
f	0.165	
R	51.42214366	m

Fuente: Autor

7.11.3 Diseño Geométrico Vertical

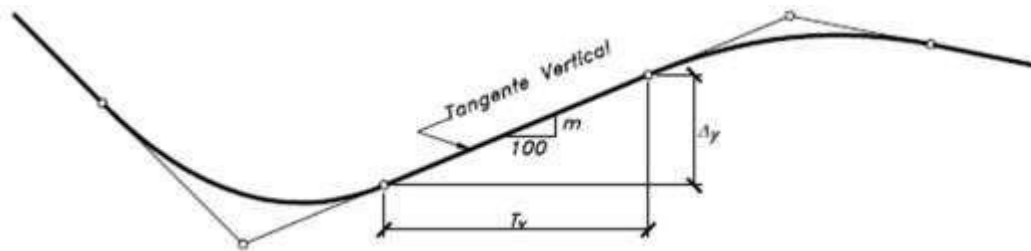
El diseño geométrico vertical de una vía corresponde al trazado del perfil longitudinal, el cual representa la vista lateral del camino. Este diseño contempla los cambios de pendiente a lo largo del eje de la vía, por medio de tangentes y curvas verticales que aseguren comodidad, seguridad y funcionalidad en la circulación vehicular. En Ecuador, la normativa NEVI-12 establece lineamientos para la correcta disposición de pendientes y radios verticales, garantizando condiciones seguras según la clase de vía y el tipo de terreno (MTOP, 2013).

7.11.3.1 Tangentes Verticales

Las tangentes verticales son segmentos rectos del perfil longitudinal, donde la pendiente es constante. Estas pendientes pueden ser ascendentes o descendentes, y su magnitud depende de la topografía del terreno, la velocidad de diseño y la clase de vía. El MTOP establece límites máximos de pendiente admisible, que varían entre el 4% y el 8% dependiendo del terreno (llano, ondulado o montañoso). El objetivo es evitar esfuerzos excesivos en los vehículos y mantener un tránsito cómodo y eficiente (MTOP, 2013).

Ilustración 5.

Tangente Vertical



Fuente: (Cárdenas, *Diseño Geométrico de Carreteras*, 2013)

7.11.3.2 Curvas Verticales

Las curvas verticales son elementos parabólicos que conectan dos tangentes verticales con diferentes pendientes. Se clasifican en curvas convexas (de cresta) y curvas cóncavas (de valle). Estas curvas suavizan los cambios de pendiente para evitar transiciones bruscas que puedan afectar la visibilidad o generar incomodidad en los ocupantes del vehículo. La longitud de una curva vertical depende de la diferencia de pendiente entre tangentes y la velocidad de diseño. Además, deben cumplir con los requerimientos de visibilidad de parada y adelantamiento según la normativa ecuatoriana (MTO, 2013).

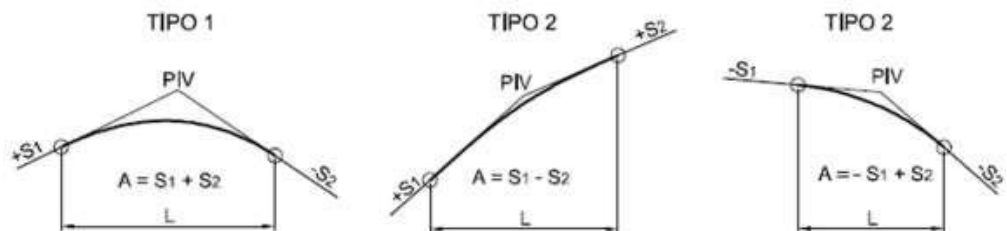
1) Curvas Convexas (de Cresta)

Una curva convexa, también conocida como curva de cresta, se forma cuando una pendiente ascendente se conecta con una pendiente descendente. Estas curvas tienen la forma de un “cerro” o elevación. Son particularmente críticas en términos de seguridad, ya que pueden restringir la visibilidad del conductor hacia delante, afectando la distancia de frenado.

La normativa ecuatoriana NEVI-12 establece que el diseño de estas curvas debe garantizar visibilidad de parada en todo momento, especialmente en vías de alta velocidad (MTO, 2013).

Ilustración 6.

Curvas Verticales Convexas



Fuente: (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras., 2008)

Según la (MTO, 2013) las curvas verticales convexas tienen la siguiente ecuación:

$$L = K * A$$

Donde:

L = longitud de la curva, (m).

K = curvas verticales mínimas.

A = diferencia algebraica de las gradientes, (%).

Tabla 4.

Valores de "K" para Diferentes Velocidades de Diseño en Curvas Convexas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada "s" (m)	Coeficiente $K = S^2/426$	
		Claculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	3.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: (MTO, Normas de diseño Geométrico de Carreteras., 2013)

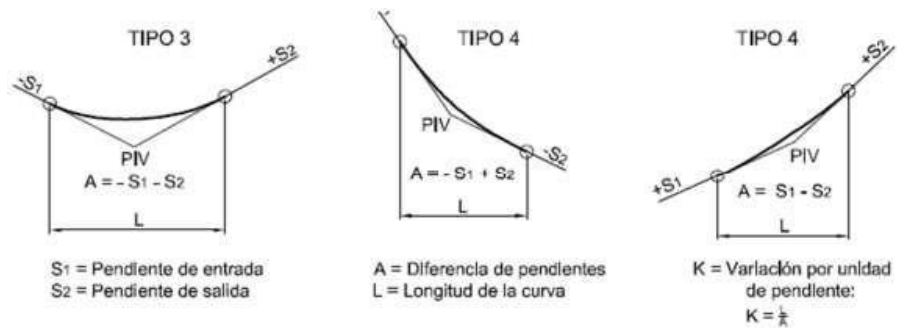
2) Curvas Cóncavas (de Valle)

Una curva cóncava, también llamada curva de valle, se produce cuando una pendiente descendente se conecta con una pendiente ascendente. Estas curvas tienen la forma de una “depresión” o cuenca. Son importantes para la comodidad del usuario, ya que un cambio brusco de pendiente puede causar efectos incómodos como compresión o rebote del vehículo.

En este tipo de curvas, el diseño se basa en criterios de confort y seguridad estructural, más que en visibilidad, aunque esta también debe considerarse si hay cruces peatonales o intersecciones (MTOPI, 2013).

Ilustración 7.

Curvas Verticales Cóncavas



Fuente: (INVIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras., 2008)

La expresión más simple para una curva cóncava es la siguiente:

$$L = K * A$$

Donde:

$L =$ longitud de la curva, (m).

$K =$ curvas verticales mínimas.

$A =$ diferencia algebraica de las gradientes, (%).

Tabla 5.

Valores de "K" para Diferentes Velocidades de Diseño en Curvas Cóncavas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada "s" (m)	Coeficiente $K = S^2 / 122 + 3.5 S$	
		Claculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: (MTO, Normas de diseño Geométrico de Carreteras., 2013)

7.11.4 Velocidad de Diseño

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende que los vehículos puedan circular con seguridad en condiciones atmosféricas favorables para el tránsito. La velocidad que un conductor adopta en una carretera está ligada a las siguientes condiciones:

- a) Las características de la carretera y de la zona aledaña.
- b) Las condiciones de tiempo.
- c) La presencia de otros vehículos en la vía.
- d) Las limitaciones legales y de control.

Al diseñar una carretera se debe tratar de satisfacer las demandas de servicio público en la forma más segura y económica. Disminuir al máximo las deficiencias en las condiciones extremas. Es decir, que se debe satisfacer a la mayoría de los conductores en lo referente a la velocidad (MTO, 2013).

Tabla 6.

Relación de Velocidades de Diseño y 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, Normas de diseño Geométrico de Carreteras., 2013)

7.11.5 Gradientes

Las gradientes (también llamadas pendientes longitudinales) representan la inclinación de la vía en su perfil longitudinal, expresada normalmente como un porcentaje. Son esenciales en el diseño geométrico porque influyen directamente en la operación del tránsito, el drenaje, la visibilidad y el esfuerzo requerido por los vehículos. Según la normativa ecuatoriana, las pendientes se deben diseñar de acuerdo con la clase de vía, la velocidad de proyecto y el tipo de terreno (llano, ondulado o montañoso) (MTOP, 2013).

7.11.6 Gradientes Mínimas

Las gradientes mínimas son necesarias para asegurar el escurrimiento adecuado del agua de lluvia sobre la superficie de la calzada, evitando la acumulación que podría provocar hidro-planeo o deterioro del pavimento. En terreno llano, la NEVI-12 recomienda una pendiente mínima de 0.3%, aunque puede ajustarse dependiendo del tipo de superficie (pavimentada o no pavimentada). Estas pendientes también son importantes en zonas urbanas o planas donde el drenaje superficial depende totalmente del diseño longitudinal (MTOP, 2013).

7.11.7 Peralte

El peralte es la inclinación transversal del pavimento en curvas horizontales, que permite contrarrestar la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos al girar. Se expresa en fracción decimal o porcentaje (%). La normativa ecuatoriana establece que el peralte máximo permitido es del 8%, con valores recomendados según velocidad de diseño y radio de curvatura. El objetivo del peralte es mejorar la adherencia y la estabilidad lateral del vehículo, especialmente en curvas cerradas y a velocidades elevadas (MTOP, 2013).

Las fuerzas centrífugas (F) se calculan mediante la siguiente ecuación (MTOP, 2013):

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

Donde:

V = velocidad de diseño (m/seg).

R = radio de la curva circular (m).

P = peso del vehículo (kg).

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/seg²).

Para el cálculo del Peralte de acuerdo con la siguiente ecuación (MTOP, 2013):

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

Donde:

V = velocidad de diseño (km)

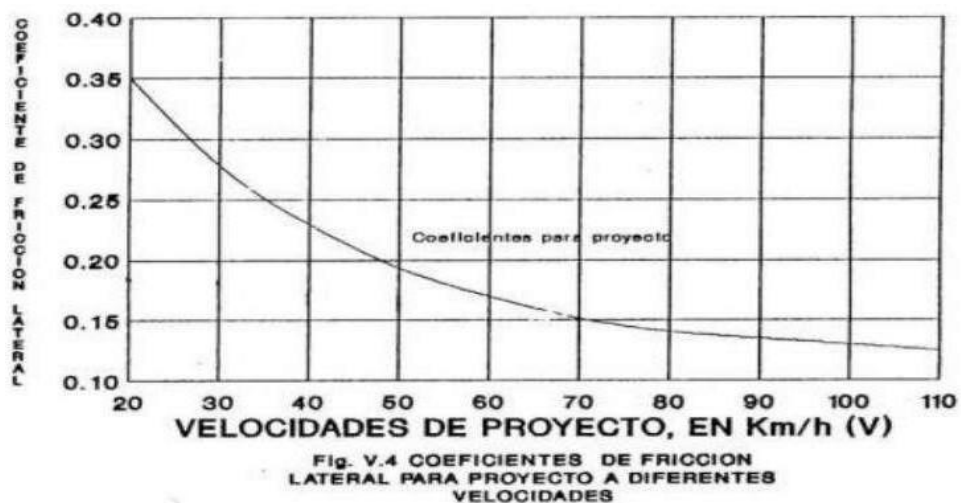
R = radio de la curva (m)

e = peralte de la curva (m/m de ancho de la calzada)

f = máximo coeficiente de fricción lateral.

Ilustración 8.

Coefficiente de Fricción Lateral



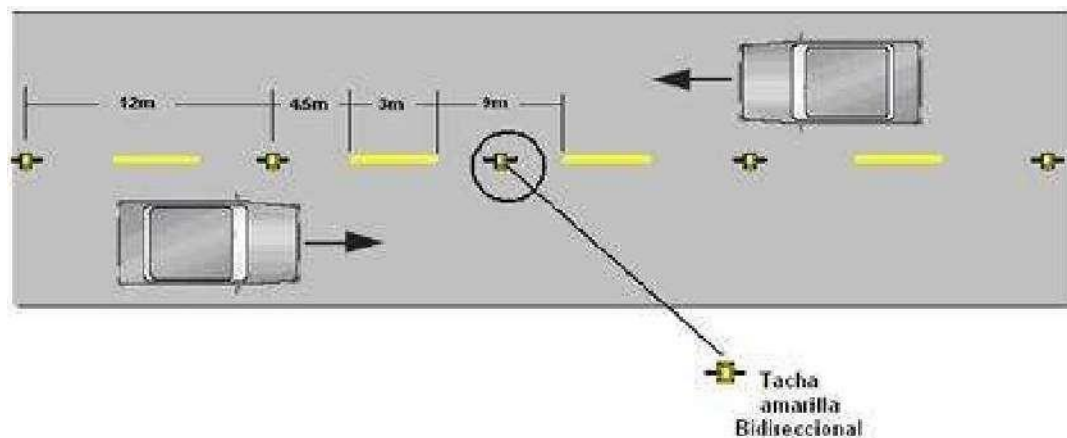
Fuente: (MTOP, Norma de Diseño Geométrico de carretera., 2013)

7.12 Señalización

Es importante que, en el ámbito de señalización vial, siempre se establezca un modelo de indicaciones para que se puedan proyectar las acciones necesarias que el conductor debe adoptar en el tráfico de la vía y evitar percance. El uso de señales que no coincidan con los parámetros existentes en la calzada puede crear confusiones y circunstancias gravemente peligrosas. El diseño del logotipo debe ser uniforme y fácilmente reconocible por los usuarios de la vía. Es por eso por lo que, siempre se normará los usos de formas, colores e información para identificar rápidamente diferentes tipos de señales (INEN , 2010).

Ilustración 9

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: INEN 2011

De acuerdo con una velocidad de diseño de 40 km/h, la distancia mínima requerida para realizar maniobras de adelantamiento es de 110 metros, tanto en alineamientos horizontales como verticales.

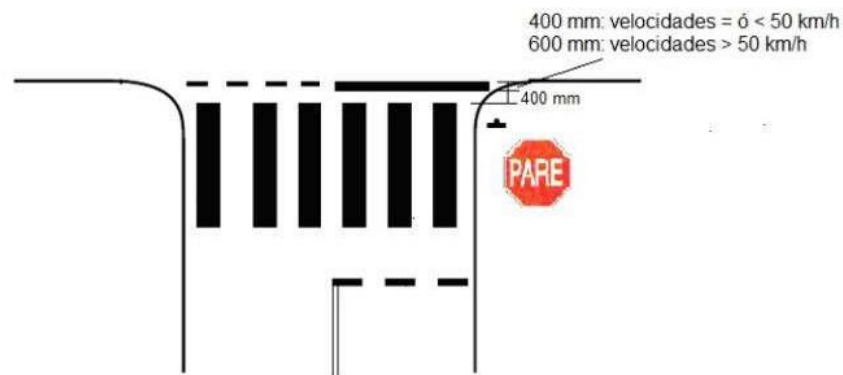
La línea que marca el límite de la berma se pinta en color blanco y posee el mismo ancho que la línea amarilla central, lo cual garantiza una adecuada visibilidad conforme a la velocidad de diseño establecida. Cuando existe una bifurcación en la vía, esta línea blanca se representa

de forma entrecortada en el tramo de acceso, mientras que, en el tramo de reincorporación a la vía principal, se utiliza una línea continua.

En el caso de intersecciones controladas con señal de “Pare” y paso peatonal, la señalización se representa de manera específica, detallando gráficamente la disposición de ambas marcas para asegurar una circulación ordenada y segura.

Ilustración 10

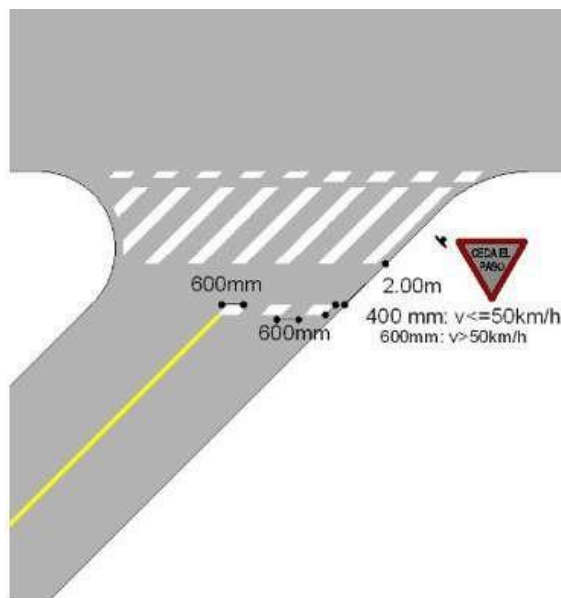
Línea de Pare en Cruces Cebras Intersección Controlada por una Señal de pare.



Fuente: INEN 2011

Ilustración 11

Línea de Ceda el Paso en vía bidireccional



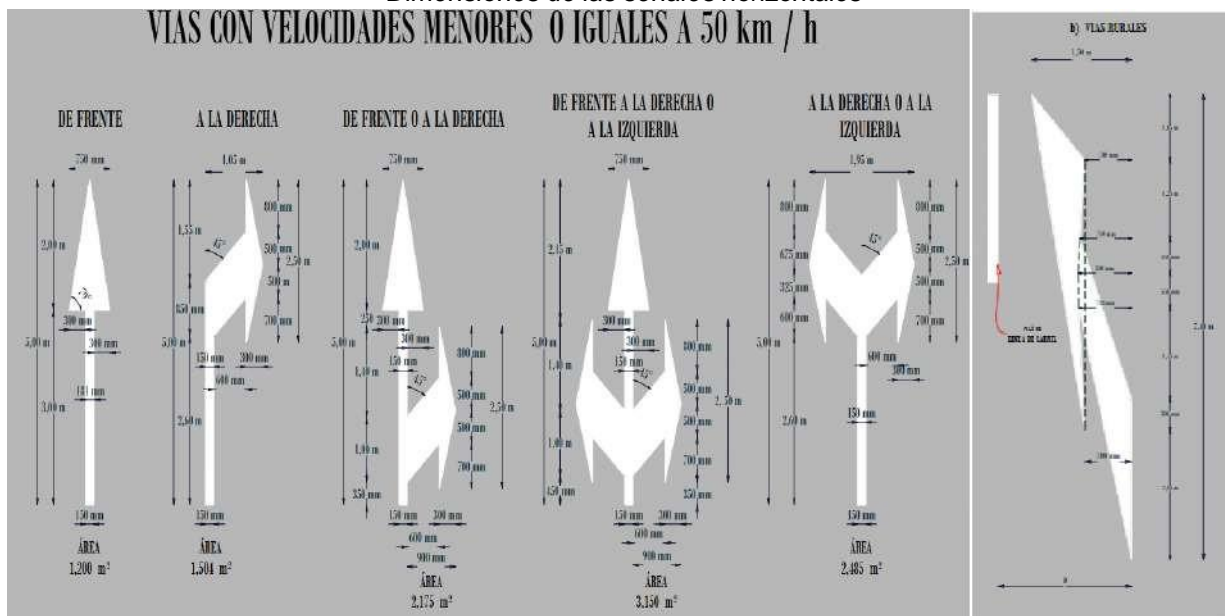
Línea "Ceda el Paso" en vía bidireccional

Fuente: INEN, 2011

Ilustración 12

Dimensiones de las señales horizontales

VIAS CON VELOCIDADES MENORES O IGUALES A 50 km / h



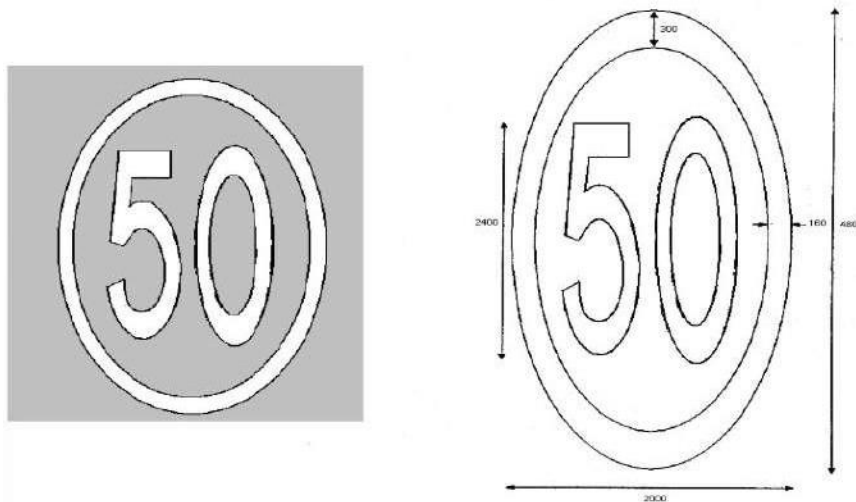
Fuente: INEN 2011

Las señales de velocidad máxima están normadas, así como las dimensiones de los

textos en las tablas presentadas en la norma INEN:

Ilustración 13

Dimensiones de las Señales Horizontales



Fuente: INEN 2011

7.12.1 Señalización Vertical

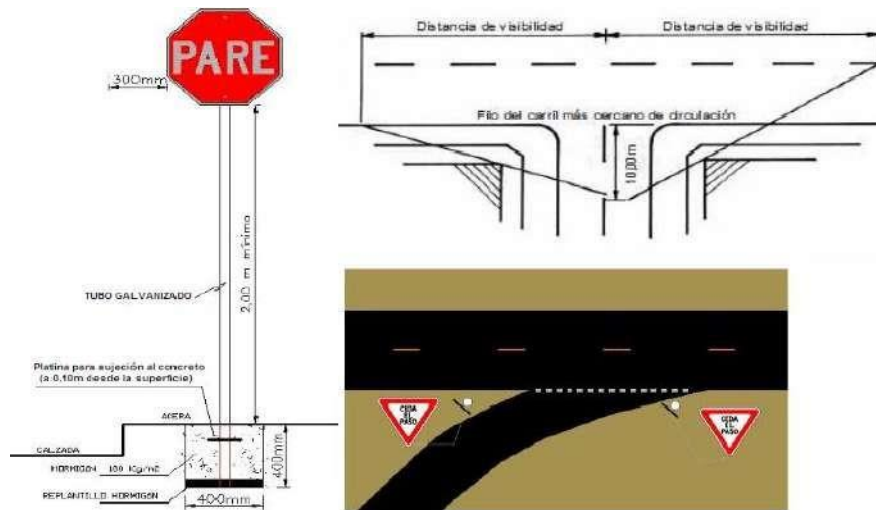
La señalización vertical comprende todas las señales ubicadas en postes o estructuras al costado o encima de la calzada, visibles para los conductores y peatones. Se dividen en tres grupos principales:

- Señales regulatorias: Normas y restricciones.
- Señales preventivas: Advertencias de peligro.
- Señales informativas: Dirección, servicios, nombres de vías.

Estas señales deben cumplir con dimensiones, reflectividad y colores definidos por el MTOP e INEN, y ser visibles tanto de día como de noche (INEN, 2011).

Ilustración 14

Señalizaciones Verticales



Fuente: INEN 2011

Las señales que advierten sobre curvas hacia la derecha o izquierda deben colocarse preferentemente junto con la señal de límite de velocidad R4-1, cuyas dimensiones recomendadas son de 600 x 600 mm, conforme a la velocidad de diseño establecida para la vía.

Adicionalmente, en tramos donde se presentan pendientes pronunciadas, se implementan señales de “descenso pronunciado” y “ascenso pronunciado”. Estas deben colocarse cuando la inclinación de la vía supera el 10 % y se mantiene por una longitud mínima de 130 metros en el caso de descensos, y de 120 metros en ascensos con pendientes superiores al 11 %. Estas condiciones se presentan en varios segmentos específicos del trazado vial analizado.

Ilustración 15

Señales de Ascenso y Descenso



Fuente: INEN 2011

7.12.2 Señalización Horizontal

La señalización horizontal está constituida por marcas sobre la superficie de rodadura, que indican zonas de tránsito, advertencias o prohibiciones. Incluye líneas de eje, bordes de calzada, pasos peatonales, flechas direccionales y símbolos. Su función es reforzar las señales verticales y proporcionar información inmediata al conductor mientras circula.

Las líneas pueden ser longitudinales, transversales o especiales, y su color (blanco o amarillo) indica distintos tipos de regulación. La pintura utilizada debe tener alta resistencia y reflectancia para condiciones nocturnas y húmedas (INEN, 2011).

7.12.3 Señales Regulatorias

Las señales regulatorias forman parte de la señalización vertical y tienen como finalidad imponer obligaciones o prohibiciones a los usuarios de la vía. Estas señales deben cumplir con especificaciones de forma (generalmente circular), color (rojo, blanco, negro o azul), y ser instaladas de acuerdo con criterios técnicos como visibilidad, altura y ubicación (INEN, 2010).

7.13 Suelos

El estudio de suelos es la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del material que constituye la superficie terrestre. Un terreno consta de diversos componentes, entre los cuáles podemos encontrar suelos granulares (gravas, arenas y demás son alta capacidad de drenaje y carga), suelos finos (arcillas y limos, altamente maleables), suelos expansivos (cuyas dimensiones cambian según el contenido de humedad) o suelos colapsables (de baja densidad y elevada susceptibilidad a comprimirse). Al conocer el terreno es posible determinar, especialmente mediante resultados de resistencia y humedad de cada estrato o tipo de suelo, la capacidad de carga, clasificación del suelo y su composición para así garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras. Además, el estudio del suelo permite prever problemas relacionados con asentamientos, deslizamientos, entre otras fallas geotécnicas (IMZA Arquitectura, 2024).

7.13.1 Fases del Reconocimiento del Terreno.

1. Recolección de Información Preliminar.

La primera fase de un estudio geotécnico consiste en copilar información existente sobre el área del proyecto. Esto incluye el análisis de mapas topográficos, geológicos, climáticos y estudios previos si están disponibles. Esta fase permite anticipar condiciones del terreno, riesgos geológicos y seleccionar métodos adecuados para la investigación (Coduto D. P., Yeung M. R., Kitch W. A., 2011).

2. Reconocimiento Visual del Terreno.

Esta fase incluye visitas al sitio con el fin de observar condiciones físicas visibles del terreno como pendientes, vegetación, afloramientos rocosos, escurrimientos superficiales o signos de inestabilidad. Estas observaciones orientan el planteamiento del muestreo y permiten ubicar los puntos de exploración (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2002).

3. Trabajo de Campo (sondeos y muestreo).

En esta etapa se realiza la exploración directa del suelo mediante sondeos con herramientas como el penetrómetro, calicatas o perforaciones mecánicas. Durante esta etapa se recolectan muestras inalteradas y alteradas para su análisis posterior en laboratorio. La cantidad y profundidad de los sondeos depende del tipo de estructura a construir y de la variabilidad del terreno (Terzaghi, Peck, & Mesri, 1996).

4. Ensayos de Laboratorio.

Las muestras recolectadas son analizadas en el laboratorio para determinar propiedades como granulometría, contenido de humedad, densidad, resistencia al corte, consolidación, entre otros. Estos resultados permiten clasificar el suelo y modelar su comportamiento ante cargas estructurales o sismos (Coduto D. P., Yeung M. R., Kitch W. A., 2011).

5. Análisis e Interpretación de Resultados.

Una vez obtenidos los datos de campo y laboratorio, se realiza la interpretación de los perfiles estratigráficos y se elaboran modelos geotécnicos del terreno. Esta etapa también permite definir la capacidad portante del suelo, el nivel freático, asentamientos esperados y otros factores que inciden en el diseño estructural (Das, 2010).

7.13.2 Contenido de Humedad del Suelo

El contenido de humedad del suelo es la relación entre el peso del agua presente en el suelo y el peso de las partículas sólidas secas, expresada como porcentaje. Este parámetro es esencial para evaluar el comportamiento del suelo en condiciones de carga, compactación y estabilidad estructural. Según la norma ASTM D2216, el suelo a 110 ± 5 °C en un horno hasta peso constante, lo cual permite obtener una medición precisa y estandarizada (ASTM International, 2021).

“El contenido de agua del suelo se define como la relación entre la masa del agua que contiene una muestra de suelo y la masa del suelo seco, y es determinado por el método de secado en horno a temperatura constante” (ASTM D2216, 2021).

Es por ello, que se necesita de la siguiente Ecuación:

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W% = Contenido de humedad.

Ww = Peso de la muestra húmeda.

Ws = Peso de la muestra seca.

Por su parte, la normativa AASHTO 265 también establece el uso del secado en horno como método estándar, especificando que este procedimiento es esencial para controlar la humedad en campo y laboratorio durante procesos de compactación y clasificación (AASHTO, 2020).

“La determinación del contenido de humedad es fundamental para asegurar una adecuada preparación del suelo en obras civiles y para interpretar correctamente los ensayos de laboratorio” (AASHTO T 265-15, 2020).

7.13.3 Granulometría del Suelo.

La granulometría es el estudio de la distribución del tamaño de las partículas del suelo. Este análisis permite clasificar los suelos en función de su tamaño (grava, arena, limo o arcilla) y evaluar propiedades como la permeabilidad, densidad y capacidad de compactación. El ensayo granulométrico se realiza mediante tamizado en seco o lavado y por análisis hidrométrico para partículas finas. La norma ASTM D6913 / D6913M regula el análisis granulométrico por tamizado, estableciendo procedimientos precisos para suelos con partículas mayores a 75 micrones (ASTM International, 2021).

“La granulometría mediante análisis de tamices se utiliza para determinar la distribución de tamaños de partículas gruesas y medias, utilizando una serie de tamices normalizados y procedimientos establecidos” (ASTM D6913, 2021).

7.13.4 Límites Líquidos e Índices de Plasticidades

Los límites de Atterberg son parámetros fundamentales para describir el comportamiento plástico de los suelos finos. Estos límites determinan el contenido de humedad en el cual el suelo cambia de un estado a otro (líquido, plástico o semisólido), y son esenciales para clasificar el suelo y predecir su comportamiento en condiciones de carga o variación de humedad. En particular, el límite líquido y el índice de plasticidad son ampliamente utilizados en proyectos de ingeniería para evaluar la estabilidad y capacidad de soporte del terreno (Coduto D. P., Yeung M. R., Kitch W. A., 2011).

7.13.4.1 Límite Líquido según ASTM D4318

El límite líquido (LL) se define como el contenido de humedad en el cual el suelo pasa del estado plástico al estado líquido. Es decir, es el punto donde el suelo ya no puede mantener su forma sin fluir. Este valor se determina experimentalmente mediante el ensayo del aparato de Casagrande, siguiendo la norma ASTM D4318 - 17e1, en la cual se mide el contenido de humedad en que una ranura formada en una muestra de suelo se cierra a una distancia específica tras 25 golpes de la copa de Casagrande (ASTM International, 2017).

“El límite líquido es el contenido de agua, expresado como porcentaje del peso seco del suelo, en el que una muestra de suelo cambia de estado plástico a líquido” (ASTM D4318-17e1, 2017).

7.13.4.2 Índice de Plasticidad

El índice de plasticidad (IP) es la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP), y representa el rango de humedad en el cual el suelo se comporta de manera plástica. Matemáticamente se expresa como:

$$IP = LL - LP$$

Un suelo con un IP bajo tiende a ser más friable y menos cohesivo, mientras que un IP alto indica un suelo altamente plástico, cohesivo y potencialmente problemático bajo condiciones de carga o humedad. La norma ASRM D4318 también regula este procedimiento, estableciendo el IP como un criterio esencial para la clasificación SUCS (Unified Soil Classification System) (ASTM International, 2017).

“El índice de plasticidad es una medida de la plasticidad del suelo y se refleja su capacidad para deformarse sin romperse cuando está húmedo” (ASTM D4318-17e1, 2017).

7.13.5 Proctor Modificado

El ensayo Proctor Modificado permite determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo de un suelo bajo una energía de compactación mayor que la del ensayo Proctor Estándar. Se aplica generalmente a suelos que serán sometidos a altas cargas, como en carreteras, aeropuertos y estructuras pesadas. El ensayo está regulado por la norma ASTM D1557-12, que establece el procedimiento estándar para compactar una muestra de suelo en cinco capas utilizando un martillo de 4.54 kg (10 libras) que cae desde una altura de 457 mm (18 pulgadas), con 25 golpes por capa en un molde de volumen estándar (ASTM D1557-12, 2012).

7.13.6 CBR

El Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) es un procedimiento de laboratorio utilizado en ingeniería civil y geotecnia para evaluar la capacidad de soporte relativa de un suelo subyacente al ser compactado y sometido a carga. Este ensayo proporciona información crucial para el diseño y la evaluación de pavimentos, cimentaciones y otras estructuras de ingeniería. El procedimiento del Ensayo CBR implica compactar una muestra representativa de suelo en un molde estándar a una humedad óptima y una densidad seca específica. Luego, se coloca un pistón penetrómetro sobre la superficie del suelo compactado y se aplica una carga incremental en el tiempo, registrando la penetración del pistón en el suelo en cada incremento

de carga. El valor del CBR se calcula dividiendo la presión aplicada necesaria para producir una cierta penetración en el suelo por la presión aplicada necesaria para producir la misma penetración en un material de referencia, generalmente una mezcla de suelo estándar calibrada. Este valor se expresa como un porcentaje y proporciona una medida de la resistencia relativa del suelo al ser compactado y sometido a carga (Geotechnics, 2018).

Tabla 7

Clasificación del Suelo Mediante Valores de CBR

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

Fuente: (Castro, Mecánica de Suelos., 2013)

7.14 Pavimentos

Los pavimentos se definen en términos de los materiales de que están constituidos y de cómo se estructuran esos materiales considerando la capacidad de carga, el tráfico proyectado y las condiciones del suelo (Giordani & Leone, 2020). Existen tres tipos principales de pavimentos:

7.14.1 Pavimento Flexible

En general, están constituidos por una capa delgada de mezcla asfáltica construida sobre una capa de base y una capa de subbase las que usualmente son de material granular.

Estas capas descansan en una capa de suelo compactado, llamada subrasante (Giordani & Leone, 2020).

7.14.2 Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos se integran por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base, constituida por grava; esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante. La resistencia estructural depende principalmente de la losa de concreto (Giordani & Leone, 2020).

El diseño estructural de vías en Ecuador se rige por el Manual de Carreteras del MTOP (2013), el cual establece los criterios para pavimentos rígidos y flexibles considerando factores como la fatiga, deformación y capacidad de drenaje.

7.14.3 Pavimento Semirrígido

El pavimento semirrígido es una estructura compuesta que combina las ventajas de los pavimentos flexibles y rígidos. Se caracterizan por tener una base o subbase estabilizada con cemento (o cal), sobre la cual se coloca una carpeta asfáltica. Este tipo de pavimento ofrece una mayor capacidad estructural que los pavimentos flexibles convencionales, pero sin llegar a tener la rigidez de los pavimentos de hormigón (MTOP, 2013).

7.15 Guía de Diseño de Pavimentos, AASHTO 93

La normativa publicada por American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), es uno de los métodos más utilizados en el mundo para el diseño estructural de pavimentos, propone una serie de especificaciones y estándares, que ya han sido probados y garantizan la durabilidad de la estructura a largo plazo, seguridad y confort para los

conductores, así como también la reducción de materiales y costos que se adapten a las necesidades y los recursos actuales.

7.15.1 Formula AASHTO 93

$$\text{Log}(W18) = Z_r S_o + 9.36 * \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \log(M_r) - 8.07$$

En donde sus variables corresponden a:

SN: Numero estructural (pulg)

W18: Numero de cargas de 18 8.2 Ton.

Zr: Nivel de confiabilidad

So: Desviación estándar

Δ PSI: Perdida de serviciabilidad

Mr: Modulo resiliente de la subrasante (PSI)

$$SN = a1.D1 + a2.M2.D2 + a3.M3D3$$

En donde:

ai: Coeficiente estructurar de la capa i.

Di: Espesor de la capa i (pulg).

mi: Coeficiente de drenaje de la capa i.

Las diferentes variables de la ecuación se las obtiene de la siguiente manera.

7.15.1.1 Nivel de Confiabilidad.

Esto corresponde a la probabilidad que un diseño de pavimento funcione adecuadamente, por el periodo de vida útil para la que fue diseñado, sin considerar las condiciones a las que está sometido durante su uso, como: clima, transito, etc.

Ilustración 16

Niveles de Confiabilidad

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.0	75.0 – 95.0

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R [%]	
	Urbana	Interurbana
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: AASHTO, 1993

7.15.1.2 Error Normal Combinado S_o

Toma en cuenta las desviaciones durante el proceso de diseño, como variaciones en el tránsito, calidad de los materiales empleados para la construcción, cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto, factores climáticos y ambientales.

Ilustración 17

Error Normal Combinado, S_o

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

Fuente: AASHTO, 1993

7.15.1.3 Nivel de confianza R (%)

Hace referencia a la probabilidad que tiene el diseño soporte las condiciones de servicio requeridas por el diseño, se utiliza la desviación estándar normal Z_r para determinar su valor.

Ilustración 18

Niveles de Confiabilidad R%

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

Fuente: AASHTO, 1993

Ilustración 19

Desviación Estándar Z_r

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

7.15.2 Niveles de Serviciabilidad

Corresponde a la capacidad del pavimento para brindar un buen funcionamiento, seguridad y comodidad, se analiza dos condiciones, serviciabilidad inicial (Po) y la serviciabilidad y la serviciabilidad final (Pf) es decir cuando el pavimento necesite mantenimiento

Ilustración 20*Serviciabilidad P_o*

Tipo pavimento	Serviciabilidad inicial, P_o
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

*Fuente: AASHTO, 1993***Ilustración 21***Serviciabilidad Inicial P_o*

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***7.15.2.1 Modulo Resiliente de la Subrasante**

Representa la recuperación elástica del suelo bajo condiciones repetidas de carga, para obtener su valor se realiza una estimación empírica a partir del CBR de la subrasante, de la siguiente manera:

Ilustración 22*Método Empírico para Estimación de M_r .*

$$M_r [N/m^2] = 10^7 \text{ CBR}$$

$$M_r [kg/cm^2] = 100 \text{ CBR}$$

$$M_r [lb/pulg^2] = 1500 \text{ CBR}$$

$$M_r [MPa] = 10 \text{ CBR}$$

Fuente: AASHTO, 1993

7.15.2.2 *Propiedades de los Materiales*

El parámetro mecánico con el cual se caracterizan los materiales es el módulo resiliente en psi. Sin embargo, para el diseño y dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento, estos parámetros son traducidos a coeficientes estructurales de capas $a=i$. Estos coeficientes miden la capacidad relativa de una unidad de espesor de una determinada capa para funcionar como componente estructural del pavimento. Cuando el subíndice $i=1$, el coeficiente estructural corresponde a la capa de concreto asfáltico; $i=2$ para la capa granular no tratada de base si es estructura flexible o para una base estabilizada con cementante hidráulico si es una estructura semirrígida; e $i=3$ para la capa granular no tratada de subbase (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993).

Ilustración 23

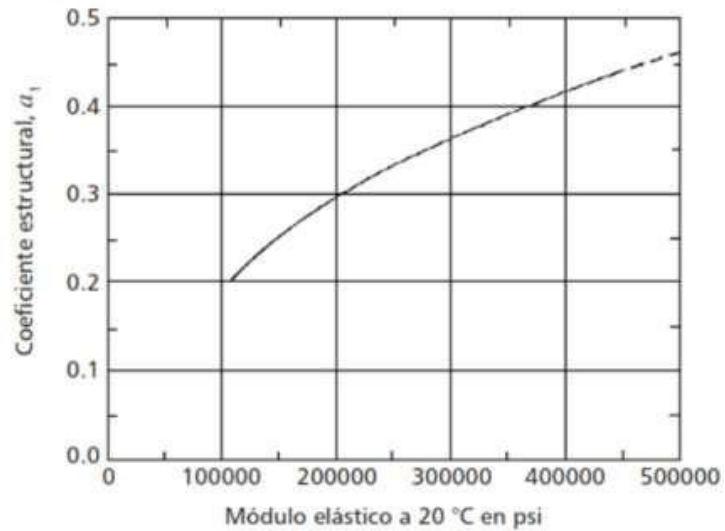
Valores Máximos de E para el Módulo Resiliente

CAPA	T (C°)	F (Hz)	V (km/h)		E (Mpa)
RODADURA	10	2.5	15	25	7000
		5	35	45	8500
		10	70	80	9500
	15	2.5	15	25	5000
		5	35	45	6000
		10	70	80	7200
	20	2.5	15	25	3000
		5	35	45	4000
		10	70	80	5000
	25	2.5	15	25	2200
		5	35	45	2700
		10	70	80	3500
	30	2.5	15	25	1200
		5	35	45	1600
		10	70	80	2000

Fuente: Rondón et al., 215

Ilustración 24

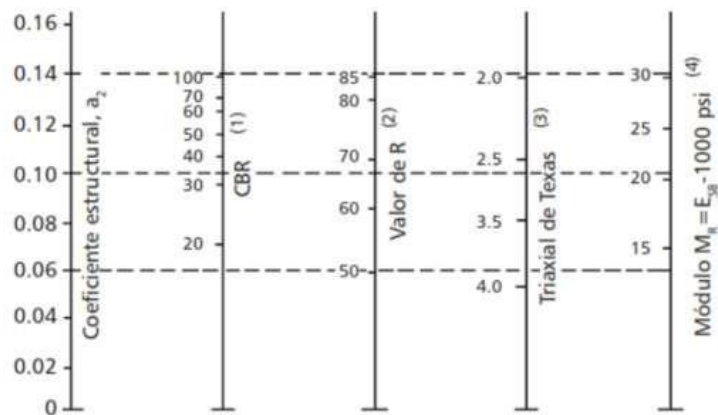
Coefficiente estructural a_1 para Mezclas de Concreto Asfáltico



Fuente: Rondón et al., 2015

Ilustración 25

Coefficiente Estructural a_2 para Base granular no tratada



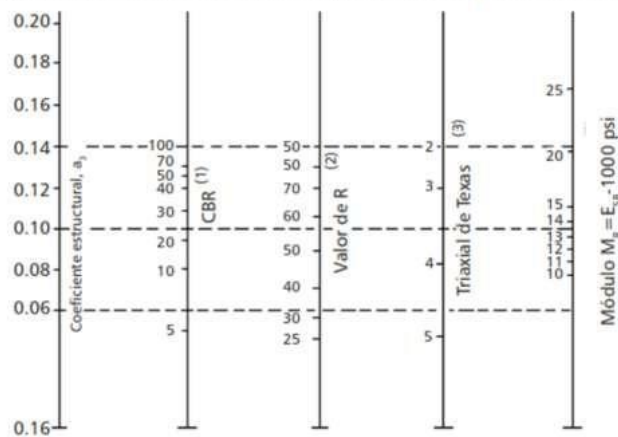
- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Rondón et al., 2015

Ilustración 26

Coefficiente Estructural a_2 para Subbase Granular no Tratada

Figura 13.8. Coeficiente estructural a_3 para subbase granular no tratada.



- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Rondón et al., 2015

Ilustración 27

Ecuaciones para Obtener los Coeficientes a_i

$$a_1 = 0.184 \times \ln(E_1) - 1.9547 \quad (13.8)$$

$$a_2 = 0.249 \times \log(E_2) - 0.977 \quad (13.9)$$

$$a_3 = 0.227 \times \log(E_3) - 0.839 \quad (13.10)$$

E_1 , E_2 y E_3 son los módulos resilientes en psi de la mezcla de concreto asfáltico que conforma la capa asfáltica, la base granular y la subbase granular no tratada, respectivamente.

Fuente: AASHTO, 1993

Las ecuaciones para la obtención de los coeficientes estructurales están en función de sus respectivos módulos resilientes (E_1 , E_2 , E_3)

Ilustración 28*Calidad del 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

Ilustración 29

Valores de m Recomendados para Corregir los Coeficientes Estructurales de Bases y Subbases granulares

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a granos 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	1.36 - 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	0.7 - 0.40	0.40

Fuente AASHTO, 1993

7.15.2.3 Dimensionamiento

Ilustración 30

Ecuaciones para el Cálculo de Espesores de la Estructura del Pavimento

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$$

Fuente: AASHTO, 1993

Los espesores se diferencian de la siguiente manera, h1 corresponde a la capa de concreto asfáltico, h2 corresponde a la capa de base granular y h3 corresponde a la capa de subbase granular.

Según la normativa es de suma importancia tener en consideración los espesores mínimos de para cada capa que compone el pavimento.

Ilustración 31

Espesores Mínimos para la Capa asfáltica y de Base Granular

W_{18} (10^6)	Espesores mínimos en pulgadas	
	Capa asfáltica	Base granular
<0.05	TSD	4.0
0.05-0.15	2.0	4.0
0.15-0.50	2.5	4.0
0.50-2.00	3.0	6.0
2.00-7.00	3.5	6.0
>7.00	4.0	6.0

Fuente: AASHTO, 1993

7.15.2.4 Condiciones ambientales y de drenaje

Los coeficientes de drenaje (m_1 , m_2) para las capas de base y subbase se optan en relación con las características sus características, como son calidad y tiempo de drenaje durante la cual la estructura se verá expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación. El porcentaje se calcula como la división entre el número de días de lluvia en al año sobre los 365 días del año,

7.16 Drenaje

El objetivo de dichas obras es la disposición final de los escurrimientos superficiales. Son complementos de gran importancia para controlar la erosión de taludes, proteger la estructura de los pavimentos y para prevenir la integridad de los usuarios que están utilizando la carretera. El agua superficial en las carreteras crea un peligro para el tráfico agravado por las condiciones de congelamiento; causa erosión, se filtra en las calzadas y no soporta las aceras y sus bancas; y esto entrega como resultados aumentos significativos en los precios de mantenimiento o reparación (Carmona, 2013).

7.17 Cunetas

Las cunetas son obras de arte complementarias de sistemas de drenaje superficial, que sirven para recoger y conducir las aguas lluvias, en vías urbanas y carreteras. Las aguas pluviales conducidas por las cunetas son descargadas en sumideros, desde donde se conducen a colectores de aguas lluvias, en áreas urbanas, o a zonas bajas autorizadas para su descarga final, en áreas aledañas a las carreteras (Quintero & Marbello, 2012).

7.17.1 Localización de cunetas.

Según el MTOP (NEVI-12), las cunetas deben localizarse fuera del área de rodadura y diseñarse con suficiente capacidad para evitar el desbordamiento hacia el pavimento o la erosión del talud (MTOP, 2013).

7.17.2 Pendiente longitudinal de las cunetas.

La pendiente longitudinal de una cuneta influye directamente en la capacidad de evacuación del agua y en la velocidad del flujo. De acuerdo con la normativa NEVI-12, está pendiente no debe ser inferior al 0.5%, ya que pendientes menores podrían generar estancamientos y sedimentación, y esto a su vez afecten la durabilidad del revestimiento (MTOP, 2013).

7.17.3 Velocidad de diseño en cunetas.

La velocidad de flujo debe mantenerse dentro de límites seguros para evitar la erosión del lecho de la cuneta, y se determina en función de la rugosidad, sección y pendiente (MTOP, 2013).

Tabla 8

Velocidades del Agua con que se Erosionan Diferentes Materiales

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)	MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.5
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4- 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5- 7.5
Grava fina	2	Hormigón	4.5-7.5

Fuente: (MTOP, Norma de Diseño Geométrico de carretera, 2013)

7.17.4 Flujo Uniforme en cunetas.

El régimen de flujo en cunetas es considerado generalmente como flujo uniforme permanente, lo cual significa que el caudal, la pendiente, y la sección transversal del canal se mantienen constantes a lo largo del tramo. Bajo este supuesto, el análisis y dimensionamiento

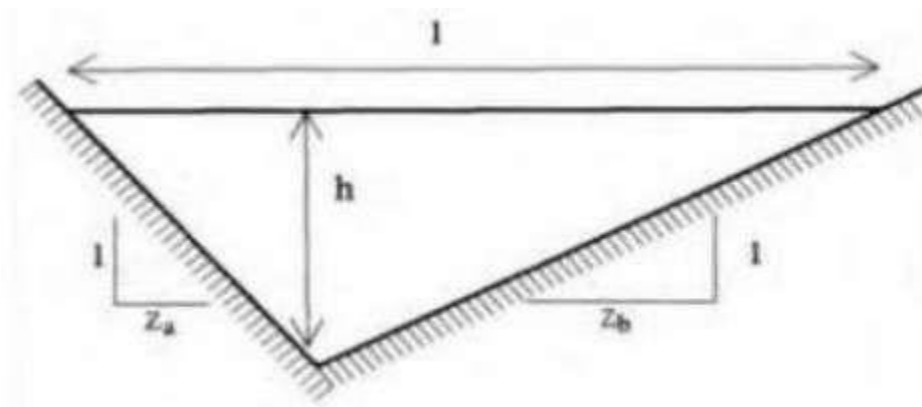
se simplifican, permitiendo utilizar fórmulas hidráulicas estándar como la ecuación de Manning (Chow, 1994).

7.17.5 Sección del canal o cuneta.

En el diseño vial, las secciones más comunes son la triangular, utilizada en caminos rurales o cunetas en corte y la trapezoidal, recomendada por su mayor capacidad hidráulica y facilidad de construcción. La sección rectangular suele emplearse en cunetas revestidas en zonas urbanas, mientras que la parabólica se usa ocasionalmente por razones estéticas o hidráulicas específicas (MTOP, INEC, 2011).

Ilustración 32

Sección Triangular de la Cuneta



Fuente: (NEVI 12, Norma para Estudios y Diseños Viales (Vol. 2B), 2013)

Ancho Superficial (l)

$$(Z_a + Z_b) * h$$

Área

$$\frac{(Z_a + Z_b) * h^2}{2}$$

Perímetro mojado (P)

$$(\sqrt{1 + Z_a^2} + \sqrt{1 + Z_b^2}) * h$$

Radio hidráulico (R)

$$\frac{(Z_a + Z_b) * h}{2 * (\sqrt{1 + \frac{Z_a^2}{a}} + \sqrt{1 + \frac{Z_b^2}{b}})}$$

7.17.6 Escorrentía superficial

La escorrentía superficial se genera por las precipitaciones que impactan la calzada, los taludes y las áreas adyacentes impermeables o de baja infiltración. Estos aportes son dirigidos hacia las cunetas laterales, que deben estar dimensionadas para captar y evacuar eficientemente estos volúmenes. La escorrentía puede verse incrementada por factores como la pendiente del terreno, el tipo de suelo, la cobertura vegetal y la compactación del área (MTO, 2013).

7.17.6.1 Cálculo del caudal de escorrentía

Para el diseño de cunetas, se requiere cuantificar la escorrentía mediante métodos hidrológicos. En la normativa ecuatoriana, se recomienda aplicar la fórmula racional, adecuada para cuencas menores de 200 hectáreas:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

- Q = caudal de escorrentía (m³/s).
- C = coeficiente de escorrentía (entre 0.1 a 0.7).
- I = intensidad de lluvia (mm/h).
- A = área de aporte (ha).

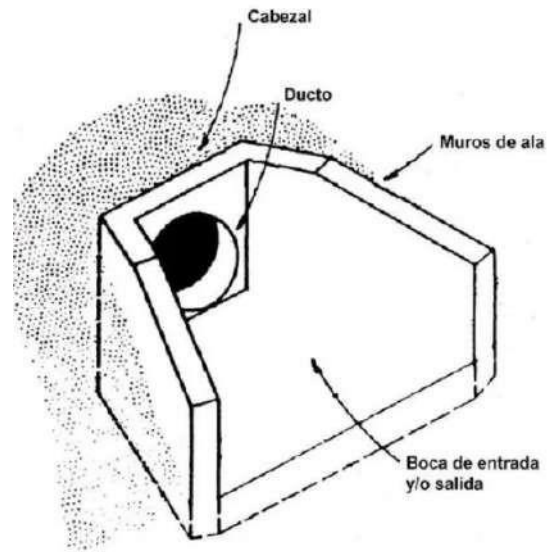
7.18 Alcantarillas

Una alcantarilla es una estructura hidráulica diseñada para permitir el paso del agua bajo una carretera, camino, vía férrea u otra infraestructura lineal. Su función es canalizar flujos de escorrentía superficial, quebradas o cursos de agua menores, sin interrumpir la continuidad de

la vía ni comprometer su estabilidad. Se consideran obras de drenaje transversal, ya que atraviesan el eje de la vía en ángulo recto o próximo a este (MTO, 2013).

Ilustración 33

Elementos de una Alcantarilla.



ELEMENTOS DE UNA ALCANTARILLA

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

7.19 Normativas y Legislación Aplicable

7.19.1 Normativa Nacional:

- a) Manual de Diseño Geométrico del MTO (2013): Regula los criterios para la planificación y diseño geométrico de carreteras.
- b) Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 - MTO): Libro de normas para estudios y diseños viales.
- c) Normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización): Aplicables a materiales de construcción, seguridad vial y drenajes.

7.19.2 Normativa Internacional:

- a) AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials): Proporciona metodologías para el diseño de pavimentos y seguridad vial.
- b) FHWA (Federal Highway Administration): Regula el diseño geométrico y la seguridad en carreteras.

8. Metodología

8.1 Área de Estudio

La vía se encuentra ubicada en el tramo de la parroquia Soldados y la parroquia San Antonio de Angas, en la parte suroccidental de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay. En la actualidad la vía tiene una longitud de 2.50 Km y la composición de su capa de rodadura es de lastre. En la siguiente figura se muestra el trazado de la vía que inicia en la abscisa 0+000 Km hasta la abscisa 2+500 Km con las siguientes coordenadas geográficas detalladas en la tabla.

Ilustración 34

Ubicación del Proyecto



Fuente: (Google Earth, 2023)

Tabla 9Coordenadas del Proyecto

	Abscisa	Coordenada Norte	Coordenada Este
Inicio	Km 0+000	9674020.042 m	696348.843 m
Fin	Km 2+500	9674140.649 m	695375.706 m

Fuente (Google Earth, 2023)

8.2 Estrategia de Solución

El proyecto se desarrolló mediante una metodología sistemática estructurada que garantizó la eficiencia y seguridad vial. Las principales etapas del proceso que se llevaron a cabo fueron:

8.2.1 Reconocimiento de Campo

Se realizó una inspección técnica inicial para evaluar el estado actual de la vía, identificando posibles problemáticas como el deterioro de la calzada, deficiencias en el drenaje o puntos críticos de congestión.

8.2.2 Determinación del flujo vehicular

Mediante un estudio de aforo, se registró el flujo vehicular durante 24 horas por una semana. Datos esenciales para dimensionar la capacidad requerida de la vía y optimizar su diseño.

8.2.3 Levantamiento topográfico

Se ejecutó un estudio detallado del terreno utilizando equipos de precisión (GPS topográfico). Los datos obtenidos servirán para elaborar planos exactos en AutoCAD, fundamentales para el diseño geométrico de la vía.

Cada etapa incluyó protocolos de control de calidad y se ajustó a estándares de sostenibilidad ambiental.

8.3 Materiales y equipos utilizados

8.3.1 Receptor GNSS RTK (Navegación por Satélite en Tiempo Real)

Se empleó un receptor GNSS con tecnología RTK (Real Time Kinematic) para el levantamiento topográfico, el cual permitió obtener coordenadas georreferenciales con precisión centimétrica en tiempo real. Este equipo fue fundamental para garantizar la exactitud de los datos capturados en campo.

Ilustración 35

Levantamiento Topográfico con Equipo RTK



Fuente: Autor

8.3.2 Equipos de Comunicación (Radios Walkie - Talkie)

Se utilizaron radios portátiles de comunicación para mantener contacto constante entre los miembros del equipo de trabajo durante las actividades de campo, facilitando la coordinación en áreas extensas.

8.3.3 Instrumentos de medición (Flexómetro)

Se empleó un flexómetro metálico de 5 metros para realizar mediciones lineales de estructuras existentes.

8.3.4 Estación de trabajo (Computadora)

Se requirió el uso de una computadora con capacidad de procesamiento para ejecutar software especializado (como AutoCAD Civil 3D y ArcGIS) en el procesamiento de datos topográficos y diseño geométrico vial.

8.4 Análisis de Tráfico

Se procedió al conteo vehicular 24 horas diarias durante una semana, mediante el empleo de una cámara que registró todo el flujo motorizado que circula por la ruta, de manera que se pudo contabilizar de forma precisa y confiable.

Las plantillas utilizadas para el conteo vehicular se muestran en la siguiente tabla, la cual proporciona un desglose detallado y adecuado, proporcionada por el MTOP para que los vehículos sean registrados y clasificados de manera correcta.

A través del cálculo del TPDA, se estimó el volumen vehicular y se proyectó la demanda futura.

Ilustración 36

Plantilla para Conteo Vehicular

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

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

8.5 Diseño Geométrico

Con base en los datos anteriores, se procedió a modelar la vía en AutoCAD Civil 3D, considerando normativas locales (como las del MTO) y criterios técnicos (radio de curvatura, pendientes, visibilidad, etc.). Este diseño garantizará seguridad vial y eficiencia en el tránsito.

8.6 Diseño de Drenaje:

Se calcularon los caudales de lluvia y el diseño de cunetas y canales para la correcta evacuación de aguas pluviales.

8.7 Diseño de Pavimento

Para la determinación del diseño de pavimento (capas de rodadura) se desarrolló mediante una metodología técnica, se realizó la extracción de muestreo de terreno mediante calicatas. Las muestras fueron analizadas en laboratorio para determinar:

- Capacidad portante (CBR).

- Proctor modificado.
- Granulometría.
- Límites de Atterberg.
- Contenido de humedad.

9. Cálculos

9.1 Ensayos de Laboratorio.

Para la realización de los ensayos de laboratorio pertinentes, para determinar algunos parámetros del suelo, se extrajo material de dos calicatas en las abscisas 0+750 y 1+900.

Para lo cual se excavo a mano una profundidad de 1.50 metros, profundidad desde la cual se recolecto las muestras para los ensayos correspondientes.

Ilustración 37

Extracción Muestras de Suelo



Fuente: Autor

Los ensayos de laboratorio realizados fueron:

- Granulometría.
- Limite líquido y limite plástico.
- Proctor modificado.
- CBR.

9.1.1 Granulometría

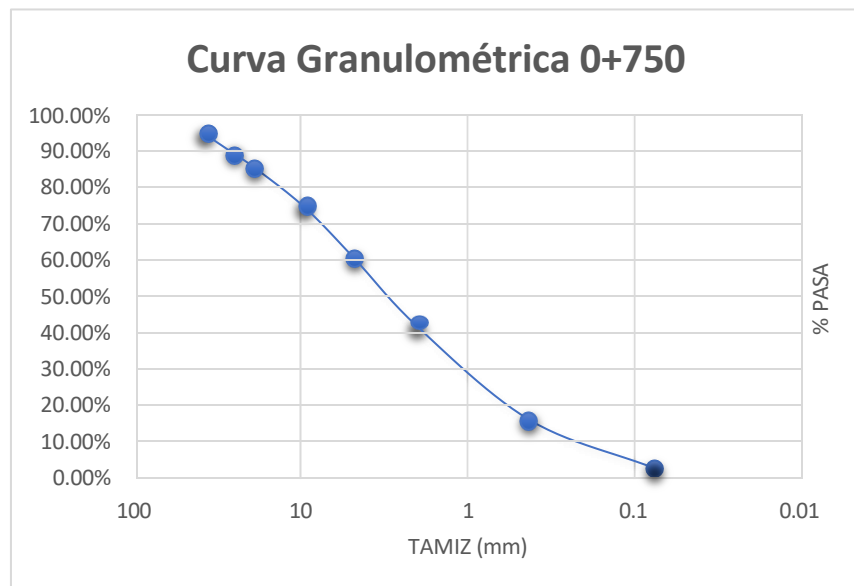
Los ensayos se realizaron según la normativa ASTM D422, para determinar el coeficiente de uniformidad, coeficiente de curvatura y la curva y la curva granulométrica, para las dos calicatas, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 10

Granulometría, Cu, Cc y Curva Granulométrica, Abscisa 0+750

GRANULOMETRIA MATERIAL ENSAYADO ABS. 0+750						
Tamiz No.	Abertura (mm)	Retenido parcial (g)	Retenido acumulado (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.5	307	307	5.79%	5.79%	94.21%
1"	25	321	628	6.05%	11.84%	88.16%
3/4"	19	164	792	3.09%	14.93%	85.07%
3/8"	9.5	600	1392	11.31%	26.24%	73.76%
No. 4	4.75	771	2163	14.54%	40.78%	59.22%
No. 10	2	974	3137	18.36%	59.14%	40.86%
No. 40	0.425	1290	4427	24.32%	83.47%	16.53%
No. 200	0.075	751	5178	14.16%	97.62%	2.38%
Fondo	0	126	5304	2.38%	100.00%	0.00%

D ₆₀	5.0050584	mm
D ₃₀	1.2969884	mm
D ₁₀	0.2634687	mm
C _u	18.996785	
C _c	1.2756572	



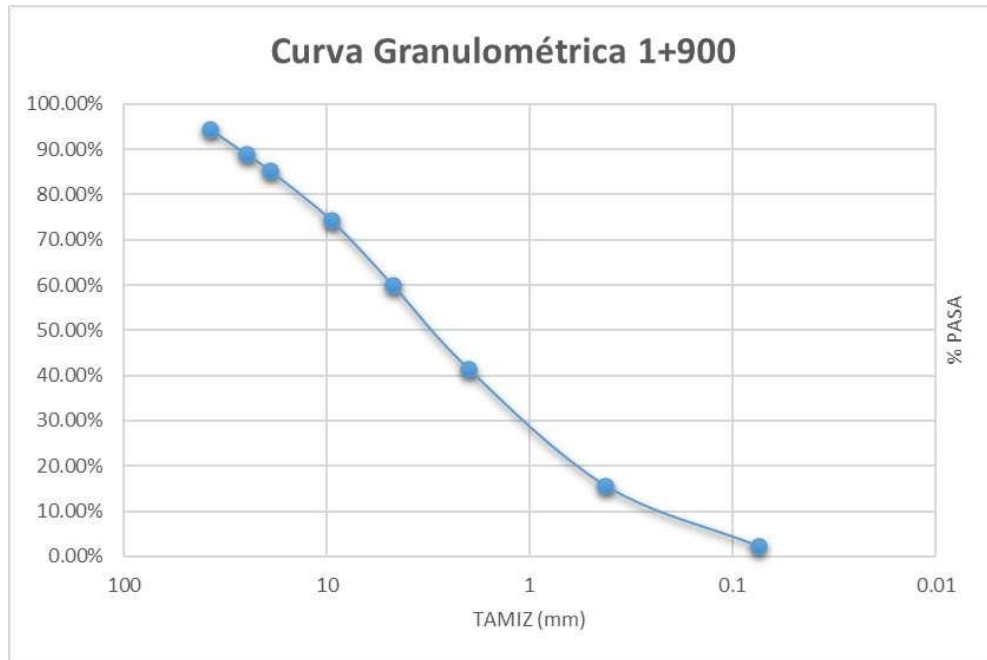
Fuente: Autor

Tabla 11

Granulometría, Cu, Cc y Curva Granulométrica, Abscisa 1+900

GRANULOMETRIA MATERIAL ENSAYADO ABS. 1+900						
Tamiz No.	Abertura (mm)	Retenido parcial (g)	Retenido acumulado (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.5	289	289	5.43%	5.43%	94.57%
1"	25	291	580	5.47%	10.90%	89.10%
3/4"	19	198	778	3.72%	14.62%	85.38%
3/8"	9.5	585	1363	10.99%	25.61%	74.39%
No. 4	4.75	759	2122	14.26%	39.86%	60.14%
No. 10	2	996	3118	18.71%	58.58%	41.42%
No. 40	0.425	1373	4491	25.79%	84.37%	15.63%
No. 200	0.075	714	5205	13.41%	97.78%	2.22%
Fondo	0	118	5323	2.22%	100.00%	0.00%

D ₆₀	4.7049407	mm
D ₃₀	1.3024345	mm
D ₁₀	0.2780882	mm
C _u	16.918877	
C _c	1.2965073	



Fuente: Autor

Ilustración 38

Ensayo de granulometría



Fuente: Autor

9.1.2 Limite Líquido y Limite Plástico

Los límites líquido y plástico que se realizaron, arrojaron como resultado que la calicata de la abscisa 0+750 tiene un LL=30.48, un LP=27.30 y un IP=3.18 y la calicata de la abscisa 1+900 tiene un LL=35.29, un LP=28.66 y un IP=6.63. Con los resultados obtenidos de los ensayos de límites: líquido, plástico y de granulometría se procedió a realizar la clasificación de suelos, usando la normativa AASHTO M145 y SUCS, obteniendo como resultados:

- ✓ Calicata 0+750
 - AASHTO M145: El suelo se clasifica como: Grava bien graduada con algo de arena y muy pocos finos no plásticos, A-1-a.
 - SUCS: El suelo se clasifica como una arena bien graduada (SW).
- ✓ Calicata 1+1900
 - AASHTO M145: El suelo se clasifica como: Suelo granular con finos limosos de baja plasticidad, A-2-4.
 - SUCS: El suelo se clasifica como una arena bien graduada, con trazas de finos no plásticos (SW).

Ilustración 39

Ensayo Limite Liquido



Fuente: Autor

Ilustración 40*Ensayo Limite Plástico*

Fuente: Autor

9.1.3 Proctor Modificado:

El ensayo de Proctor modificado se realizó con diferentes valores de humedad: 8%, 10%, 12%, con la finalidad de establecer la densidad seca optima y su humedad con la cual alcance esa densidad y con ello realizar el ensayo de capacidad portante de suelo (CBR). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- ✓ Calicata 0+750: Humedad optima de 10.3% y una densidad máxima seca de 1.9195 g/cm³.

- ✓ Calicata 1+1900: Humedad optima de 10.3% y una densidad máxima seca de 1.887 g/cm³.

Ilustración 41

Ensayo Proctor Modificado



Fuente: Autor

9.1.4 CBR

Los ensayos se realizaron en el laboratorio empleando la humedad óptima para cada calicata, esto determinado en el ensayo de Proctor modificado, permitió establecer el porcentaje de agua necesario para ocupar en el ensayo de CBR, dando los siguientes resultados:

- ✓ Calicata 0+750: CBR de 44.74%
- ✓ Calicata 1+1900: CBR de 42.17%

El CBR determinado para el diseño estructural de la vía, se obtuvo a partir de un principio conservador, lo cual recomienda utilizar el de la calicata 1+1900, lo cual equivale a 42.17%.

Ilustración 42*Ensayo de CBR**Fuente: Autor*

Tabla 12

Resultados CBR, Vía Soldados-San Antonio, Abscisa 0+750

0+750 ENSAYO A 12 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION N (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0.00	0	0	
	0.635	0.23	23.4462	1.19501529	
	1.27	0.48	48.9312	2.49394495	
	1.905	0.64	65.2416	3.32525994	
70.307	2.54	0.74	75.4356	3.8448318	5.468633
	3.175	0.82	83.5908	4.2604893	
	3.81	0.89	90.7266	4.6241896	
	4.445	0.94	95.8236	4.88397554	
105.46	5.08	0.99	100.9206	5.14376147	4.877453
	7.62	1.14	116.2116	5.92311927	
	10.16	1.26	128.4444	6.5466055	
	12.7	1.39	141.6966	7.22204893	

1kn	101.94	Kg			
0+750 ENSAYO A 25 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0	0	0	
	0.635	0.44	44.8536	2.28611621	
	1.27	1.01	102.9594	5.24767584	
	1.905	1.60	163.104	8.31314985	
70.307	2.54	2.03	206.9382	10.5473089	15.00179
	3.175	2.31	235.4814	12.0021101	
	3.81	2.52	256.8888	13.093211	
	4.445	2.68	273.1992	13.924526	
105.46	5.08	2.81	286.4514	14.5999694	13.84408
	7.62	3.25	331.305	16.8860856	
	10.16	3.58	364.9452	18.6006728	
	12.7	3.90	397.566	20.2633028	

Área de Pistón:		19.62	cm2		
0+750 ENSAYO A 56 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0.00	0	0	
	0.635	0.81	82.5714	4.20853211	
	1.27	2.57	261.9858	13.35299694	
	1.905	4.41	449.5554	22.91311927	
70.307	2.54	5.65	575.961	29.3558104	41.75375197
	3.175	7.43	757.4142	38.6041896	
	3.81	8.37	853.2378	43.48816514	
	4.445	9.05	922.557	47.02125382	
105.46	5.08	9.56	974.5464	49.67107034	47.09944087
	7.62	10.96	1117.2624	56.94507645	
	10.16	12.02	1225.3188	62.45253823	
	12.7	13.09	1334.3946	68.01195719	

		CBR	PORCENTAJE
DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO =	1.92	47.099441	100%
DENSIDAD AL 95%	1.82354305	44.74447	95%
		44.74 %	CBR

Fuente: Autor

Tabla: Resultados CBR, vía Soldados-San Antonio

Tabla 13

Resultados CBR, Vía Soldados - San Antonio, abscisa 1+1900

1+1900 ENSAYO A 12 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION N (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0.00	0	0	
	0.635	0.2	20.388	1.03914373	
	1.27	0.45	45.873	2.33807339	
	1.905	0.61	62.1834	3.16938838	
70.307	2.54	0.71	72.3774	3.68896024	5.246932
	3.175	0.79	80.5326	4.10461774	
	3.81	0.86	87.6684	4.46831804	
	4.445	0.91	92.7654	4.72810398	
105.46	5.08	0.96	97.8624	4.98788991	4.729651
	7.62	1.11	113.1534	5.76724771	
	10.16	1.23	125.3862	6.39073394	
	12.7	1.36	138.6384	7.06617737	

	1kn	101.94	Kg		
1+1900 ENSAYO A 25 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0	0	0	
	0.635	0.4	40.776	2.07828746	
	1.27	0.97	98.8818	5.03984709	
	1.905	1.55	158.007	8.05336391	
70.307	2.54	1.97	200.8218	10.2355657	14.55839
	3.175	2.26	230.3844	11.7423242	
	3.81	2.48	252.8112	12.8853823	
	4.445	2.63	268.1022	13.6647401	
105.46	5.08	2.77	282.3738	14.3921407	13.64701
	7.62	3.2	326.208	16.6262997	
	10.16	3.52	358.8288	18.2889297	
	12.7	3.90	397.566	20.2633028	

Área de Pistón:		19.62	cm2		
1+1900 ENSAYO A 56 GOLPES					
Carga Estandar Kg/cm2	PENETRACION (mm)	Carga (KN)	Esfuerzo (kg)	Esfuerzo (kg/cm2)	% CBR
	0	0.00	0	0	
	0.635	0.76	77.4744	3.948746177	
	1.27	2.52	256.8888	13.09321101	
	1.905	4.36	444.4584	22.65333333	
70.307	2.54	5.3	540.282	27.53730887	39.16723636
	3.175	7.38	752.3172	38.34440367	
	3.81	8.3	846.102	43.12446483	
	4.445	8.85	902.169	45.98211009	
105.46	5.08	9.01	918.4794	46.81342508	44.389745
	7.62	10.91	1112.1654	56.68529052	
	10.16	11.96	1219.2024	62.14079511	
	12.7	12.74	1298.7156	66.19345566	

		CBR	PORCENTAJE
DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO	1.92	44.389745	100%
DENSIDAD AL 95%	1.82354305	42.17026	95%
		42.17 %	CBR

Fuente: Autor

9.2 TPDA

Para la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se realizó el conteo mediante la utilización de una cámara que grabó durante 24 horas al día y 7 días seguidos, para posteriormente realizar el conteo manual.

El conteo se realizó en la comunidad de Soldados en las coordenadas E=696231.41 N=9673743.

Ilustración 43

Ubicación de la Estación de Conteo Vehicular



Fuente: Google Earth Pro

Tabla 14

Resumen Conteo Vehicular, Vía Soldados-San Antonio, abscisas 0+000 a 2+500 km

RESUMEN CONTEO VEHICULAR									
Vehiculos	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Total	Total Promedio
Autos	104	101	116	112	110	120	124	787	113
Bus	2	2	2	2	2	2	2	14	2
Buseta	6	8	7	10	8	10	12	61	9
C-2D	33	38	37	36	35	41	43	263	38
C-2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V2DE	15	9	16	12	15	8	4	79	12
Motos	40	38	37	35	41	40	43	274	40
Total	200	196	215	207	211	221	228	1478	214

Fuente: Autor

El volumen horario de máxima demanda (VHMD) durante el conteo realizado, a continuación:

Tabla 15

Volumen Horario de Máxima Demanda

VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA "VHMD"			
Resumen para hora pico			
HORA	SENTIDO		AMBOS SENTIDOS
	NORTE-SUR	SUR-NORTE	
0-1	0	0	0
1-2	0	0	0
2-3	0	0	0
3-4	9	0	9
4-5	33	21	54
5-6	43	40	83
6-7	50	74	124
7-8	58	62	120
8-9	54	42	96
9-10	44	52	96
10-11	44	55	99
11-12	50	68	118
12-13	37	52	89
13-14	45	48	93
14-15	49	73	122
15-16	46	52	98
16-17	35	60	95
17-18	50	58	108
19-19	57	61	118
19-20	42	35	77
20-21	2	41	43
21-22	22	9	31
22-23	7	0	7
23-24	0	0	0
		VHMD =	124 Veh/hora
Hora pico		HORA =	124

Fuente: Autor

Para elaborar el TPDA, se calculó los factores de corrección como: FH, FD, FS, FM.

Para determinar el factor horario se tomó en cuenta el número de horas contadas durante el día, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16

Determinación del Factor Horario

Factor Horario			
Horas que contiene 1 día =	24	1,700	
Horas contadas en el mismo día =	12	1,650	49.5
Fh =	1.03	1.1	Factor horario

Fuente: Autor

El factor diario se calcula mediante la división de los días de la semana para el número de días contados, que da como resultado 1, ya que se contaron 7 días a la semana.

El factor semanal se calcula teniendo en consideración la cantidad de días y semanas en un mes, dando como resultados:

Tabla 17

Determinación del Factor Semanal

MES	No Días	No SEMANAS	Fs
Enero	31	4	1.11
Febrero	28	4	1.00
Marzo	31	4	1.11
Abril	30	4	1.07
Mayo	31	4	1.11
Junio	30	4	1.07
Julio	31	4	1.11
Agosto	31	4	1.11
Septiembre	30	4	1.07
Octubre	31	4	1.11
Noviembre	30	4	1.07
Diciembre	31	4	1.11
Total	365		
Fs =	1.07	Factor semanal	

Fuente: Autor

El factor mensual se calculó en función del consumo de combustibles de la provincia del Azuay correspondiente al año 2023, enfocado en cada mes y cada tipo de combustible facturado, con ello de cálculo un factor mensual:

Tabla 18

Determinación del Factor mensual

CONSUMO DE COMBUSTIBLE AÑO 2023				
MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	SUMA
Enero	3,877,402	625,955	3,293,368	7,796,724
Febrero	3,330,550	564,913	3,179,790	7,075,253
Marzo	4,974,796	617,057	2,198,898	7,790,751
Abril	3,739,420	606,430	3,212,193	7,558,044
Mayo	4,073,673	615,065	3,278,495	7,967,233
Junio	3,907,999	592,657	2,909,649	7,410,305
Julio	4,215,636	580,536	3,417,977	8,214,149
Agosto	4,232,896	539,268	3,485,990	8,258,154
Septiembre	4,413,356	538,276	3,187,424	8,139,057
Octubre	4,753,796	615,704	2,999,186	8,368,687
Noviembre	4,380,682	660,749	3,406,909	8,448,340
Diciembre	5,229,493	563,770	2,961,265	8,754,528
	51,129,699	7,120,380	37,531,146	95,781,225
		COSTO PROMEDIO MENSUAL		7,981,769
		FM		1.05606275

Fuente: Autor

El Factor de mayoración se calculó mediante la multiplicación de los factores determinados previamente y se obtuvo el siguiente valor: $Fe=Fh*Fd*Fs*Fm=1.245$

Con los datos obtenidos, se calculó el TPDA para el año 2025, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 19

Determinación del TPDA para el Año 2025

TPDA 2025									
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Total	Total Promedio
Autos	130	126	145	140	137	150	155	983	141.00
Bus	3	3	3	3	3	3	3	21	3
Buseta	8	10	9	13	10	13	15	78	12
C-2D	42	48	47	45	44	52	54	332	48
C-2DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V2DE	19	12	20	15	19	10	5	100	15
Motos	50	48	47	44	52	50	54	345	50
Total	252	247	271	260	265	278	286	1859	269.00
								<i>Prom.diario</i>	269

Fuente: Autor

Se realizó la proyección vehicular para el año 2040 considerando las tasas de crecimiento vehicular de cada año, para cada tipo de vehículo, obteniendo la siguiente proyección:

Tabla 20

TPDA Proyectado para 2040

CLASE	TPDA (2025)	2025-2030	n	TPDA (2030)	2030-2035	n	TPDA (2035)	2035-2040	n	TPDA (2040)
LIVIANOS	141	3.11%	5	165	2.85%	5	190	2.67%	5	217
BUSES	6	2.25%	5	7	2.25%	5	8	2.25%	5	9
CAMIONES	221	2.25%	5	248	2.25%	5	278	2.25%	5	311
TOTAL	368			420			476			537

Fuente: Autor

Con esta proyección se estableció que la categoría de la vía necesaria para este TPDA es la categoría III, cuyo rango es de TPDA= 300 a 1000

9.3 ESALS

Para el cálculo del ESALS, se categorizo los vehículos, para determinar su impacto sobre el suelo acorde a su peso y numero de ejes que circularan por la calzada:

- ✓ Livianos: Autos, motocicletas.
- ✓ Buses.
- ✓ Camiones

Se estableció algunos parámetros como: porcentaje de vehículos, Factor equivalente de carga por tipo de vehículo, distribución y porcentaje de vehículos, factor de carril y tasa de crecimiento vehicular.

Tabla 21

Porcentaje de Vehículos

AÑO 2024	TOTAL	Porcentajes de Vehiculos
TPD TOTAL	368	
AUTOS	141	38.3%
BUSES	6	1.6%
CAMIONES	221	60.1%
2DA	44	12.0%
2DB	2	0.5%
3 - A	0	0.0%
4 - C		0.0%
2S2	0	0.0%
2R3	0	0.0%
3S2	0	0.0%
3R3	0	0.0%
3S3	0	0.0%

Fuente: Autor

Tabla 22

Factor Equivalente de Carga por Tipo de Vehículo

FACTORES DE EQUIVALENTE DE CARGA POR TIPO DE VEHÍCULO									FACTOR FEC
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		
	tons	$(P/6.6)^4$	tons	$(P/8.2)^4$	tons	$(P/15)^4$	tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	9	1.45					1.59
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.50
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27				0.00	24	1.19	2.45
2S2	7	1.27	11	3.24	20	3.16			7.66
2R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.90
			11	3.24					
3S2	7	1.27			20	3.16			7.59
					20	3.16			
3R3	7	1.27	11	3.24	20	3.16			10.82
					20	3.16			
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.61

Fuente: Autor

Tabla 23

Distribución y Porcentaje de Vehículos

Vehículo	Factor FEC	Porcentaje	
AUTOS	0.00	38.3%	
BUSES	1.59	1.6%	Distribucion
CAMIONES			Camiones
2DA	0.57		24.9%
2DB	4.50		1.1%
3 - A	4.43		0.0%
4 - C	2.45		0.0%
2S2	7.66		0.0%
2R3	10.90		0.0%
3S2	7.59		0.0%
3R3	10.82		0.0%
3S3	5.61		0.0%

Fuente: Autor

El factor carril se toma en consideración en número de carriles, en nuestro caso diseñamos para una vía de dos carriles.

Tabla 24

Factor de Carril

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

Fuente: Autor

Tabla 25

Taza de Crecimiento Vehicular/Cuenca

TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR / CUENCA			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2025-2030	3.11%	2.25%	2.25%
2030-2035	2.85%	2.25%	2.25%
2035-2040	2.67%	2.25%	2.25%

Fuente: Autor

Con los parámetros determinados, procedimos a calcular el número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas, con el valor de 146,907 ejes equivalentes.

Tabla 26

Cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 8.2 Ton

CALCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS																				
Vía Soldados-San Antonio																				
AÑO	% Crecimiento				TRANSITO PROMEDIO DIARIO						CAMIONES								W _B	W _B
	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
2025	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	368	141	6	44	177	44	2	0	0	0	0	0	0	0	15,975	7,988
2026	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	377	145	6	45	181	45	2	0	0	0	0	0	0	0	32,237	16,118
2027	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	387	150	6	46	185	46	2	0	0	0	0	0	0	0	48,791	24,395
2028	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	397	155	6	47	189	47	2	0	0	0	0	0	0	0	65,644	32,822
2029	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	408	159	7	48	194	48	2	0	0	0	0	0	0	0	82,802	41,401
2030	3.11%	2.25%	2.25%	2.25%	418	164	7	49	198	49	2	0	0	0	0	0	0	0	100,274	50,137
2031	2.85%	2.25%	2.25%	2.25%	428	169	7	50	202	50	2	0	0	0	0	0	0	0	118,065	59,032
2032	2.85%	2.25%	2.25%	2.25%	439	174	7	51	207	51	2	0	0	0	0	0	0	0	136,182	68,091
2033	2.85%	2.25%	2.25%	2.25%	450	179	7	53	212	53	2	0	0	0	0	0	0	0	154,635	77,317
2034	2.85%	2.25%	2.25%	2.25%	461	184	7	54	216	54	2	0	0	0	0	0	0	0	173,429	86,714
2035	2.85%	2.25%	2.25%	2.25%	473	189	7	55	221	55	2	0	0	0	0	0	0	0	192,572	96,286
2036	2.67%	2.25%	2.25%	2.25%	484	194	8	56	226	56	2	0	0	0	0	0	0	0	212,073	106,037
2037	2.67%	2.25%	2.25%	2.25%	496	199	8	57	231	57	2	0	0	0	0	0	0	0	231,940	115,970
2038	2.67%	2.25%	2.25%	2.25%	508	205	8	59	236	59	2	0	0	0	0	0	0	0	252,180	126,090
2039	2.67%	2.25%	2.25%	2.25%	520	210	8	60	242	60	2	0	0	0	0	0	0	0	272,802	136,401
2040	2.67%	2.25%	2.25%	2.25%	533	216	8	61	247	61	2	0	0	0	0	0	0	0	293,815	146,907

Fuente: Autor

9.4 Diseño de Pavimento Flexible

Para el diseño del pavimento flexible determinamos el valor del módulo de elasticidad del asfalto, establecido en un valor de 40000 Psi, mediante la siguiente gráfica.

Datos necesarios para el diseño de espesores del pavimento flexible:

- ✓ Velocidad de diseño (V): 40 km/h
- ✓ Modulo resiliente para la capa de rodadura (Mr): 1232823 psi
- ✓ Modulo resiliente para base granular (Mr): 23000 psi
- ✓ Modulo resiliente para subbase granular (Mr): 17000 psi
- ✓ Nivel de serviciabilidad (D PSI): 2.2
- ✓ Coeficiente de drenaje (m1 y m2): 1
- ✓ Nivel de confiabilidad (R%): 80%
- ✓ Desviación estándar (Zr): -0.841
- ✓ Error normal combinado (So): 0.45

Tabla 27

Cálculo de los Números Estructurales SNi y SN

CALCULO DE SNI CON LA ECUACIÓN DE LA AASHTO	
SN i	1.523092492
Log (W18) Dato	5.167043783
Log (W18) Formula	5.167061869
CALCULO DE LOS SN CON LA FORMULA DE LA AASHTO	
Con el MR de la subrasante, obtengo	
SN3 =	0.932935296
Mr	63255
Log (W18) Dato	5.167043783
Log (W18) Formula	5.166625355
Con el MR de la subbase, obtengo	
SN2 =	1.684234902
Mr	17000
Log (W18) Dato	5.167043783
Log (W18) Formula	5.167076228
Con el Mr de la base, obtengo	
SN1 =	1.523092492
Mr	21750
Log (W18) Dato	5.167043783
Log (W18) Formula	5.167061869

Fuente y elaboración: Autor, Diseño de pavimentos

Tabla 28

Espesores de la Estructura del Pavimento

ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO		
	in	cm
h1	2.43	6.17
h2	1.46	3.72
h3	-5.92	-15.03

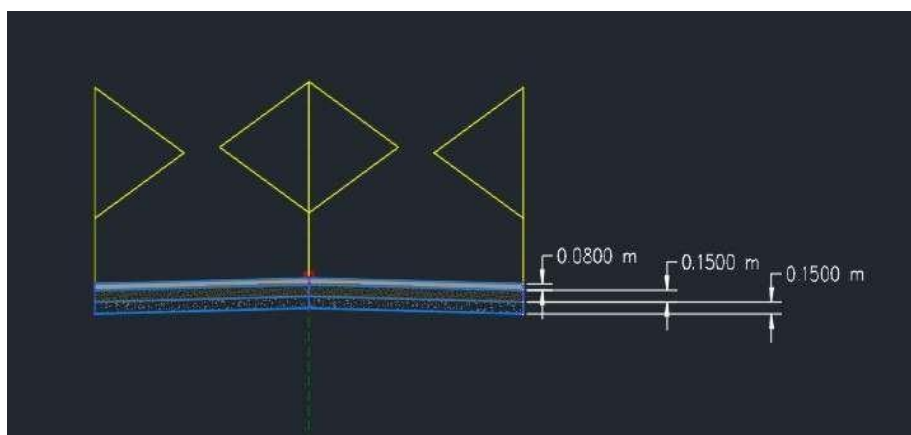
Fuente: Autor

Tabla 29*Retro Cálculo de h y SN*

Retrocalculo	
h1* (in)	2.00
SN1*	1.25
h2* (in)	3.92
SN2*	1.69
h3* (in)	-6.91

*Fuente: Autor***Tabla 30***Estructura Final del Pavimento*

RESUMEN ESTRUCTURA FINAL	
Carpeta asfáltica	8 cm
Base granular	15 cm
Sub base granular	15 cm

*Fuente: Autor***Ilustración 44***Espesores de la Capa de Pavimento**Fuente: Autor*

De acuerdo con los cálculos realizados se ha determinado los espesores para cada capa que compone el pavimento flexible, debido al CBR elevado de nuestra subrasante, estructuralmente no se requiere colocar una capa de subbase granular, por consiguiente, se

establece colocar el espesor mínimo de 15 cm, esta capa es importante para mejorar la calidad del drenaje, distribuir tensiones y prevenir la contaminación de la base por suelos finos.

9.5 Estructuras de Evacuación de Aguas Pluviales

Para determinar el caudal de elaboró una tabla de registro de precipitaciones máximas por mes, registradas durante cada año, los datos de obtuvo del INAMHI de los años 1995 - 2013.

Tabla 31

Datos Mensuales de Precipitación Máxima

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1995	95.80	38.70	84.30	48.40	69.20	1.40	10.10	-	11.90	22.70	83.10	95.80	95.80
1996	179.20	172.00	203.10	101.10	46.30	14.50	0.60	0.80	6.90	89.20	29.30	0.10	203.10
1997	100.60	114.70	135.00	88.70	18.30	48.20	4.10	-	36.00	61.80	173.70	140.30	173.70
1998	67.60	49.80	193.40	166.90	18.50	1.00	1.70	10.40	0.60	51.40	20.40	28.50	193.40
1999	134.80	151.30	273.10	147.60	87.40	106.80	7.00	2.00	25.70	2.00	0.90	176.50	273.10
2000	37.09	123.40	332.00	121.40	44.40	1.80	-	1.70	88.00	0.80	2.30	61.80	332.00
2001	-	108.20	224.70	98.70	84.80	0.80	1.30	-	9.10	-	89.10	50.00	224.70
2002	51.00	48.50	131.50	125.60	33.30	-	-	-	-	-	60.80	90.60	131.50
2003	48.20	-	-	128.10	39.20	102.70	5.40	-	9.30	-	-	79.90	128.10
2004	70.10	78.60	94.70	139.20	71.90	-	15.00	-	143.00	49.60	26.50	51.90	143.00
2005	25.30	144.10	258.40	40.60	32.60	8.70	-	-	15.60	31.60	12.50	70.50	258.40
2006	97.90	184.00	185.20	211.60	14.90	20.50	3.00	8.20	9.70	31.50	60.90	110.10	211.60
2007	86.20	32.30	144.40	-	74.10	21.20	8.50	3.30	3.30	51.50	83.30	100.80	144.40
2008	142.70	145.90	281.90	63.90	44.50	38.80	10.30	14.60	17.20	48.80	168.50	108.10	281.90
2009	195.10	178.30	187.80	161.80	49.00	21.40	-	3.80	-	-	-	100.00	195.10
2010	138.30	109.80	313.90	56.90	52.60	88.60	86.60	5.40	-	-	176.00	193.70	313.90
2011	313.30	120.50	117.70	210.80	2.50	78.50	30.00	44.40	-	39.40	73.80	117.80	313.30
2012	364.90	372.80	189.90	222.30	32.90	26.50	7.20	9.10	9.30	108.30	93.70	84.70	372.80
2013	146.80	127.60	80.80	11.90	-	61.30	26.00	-	-	60.90	4.70	76.00	146.80
MAX	364.90	372.80	332.00	222.30	87.40	106.80	86.60	44.40	143.00	108.30	176.00	193.70	372.80

Fuente: INAMHI

Tabla 32

Intensidad Máxima (mm/h)

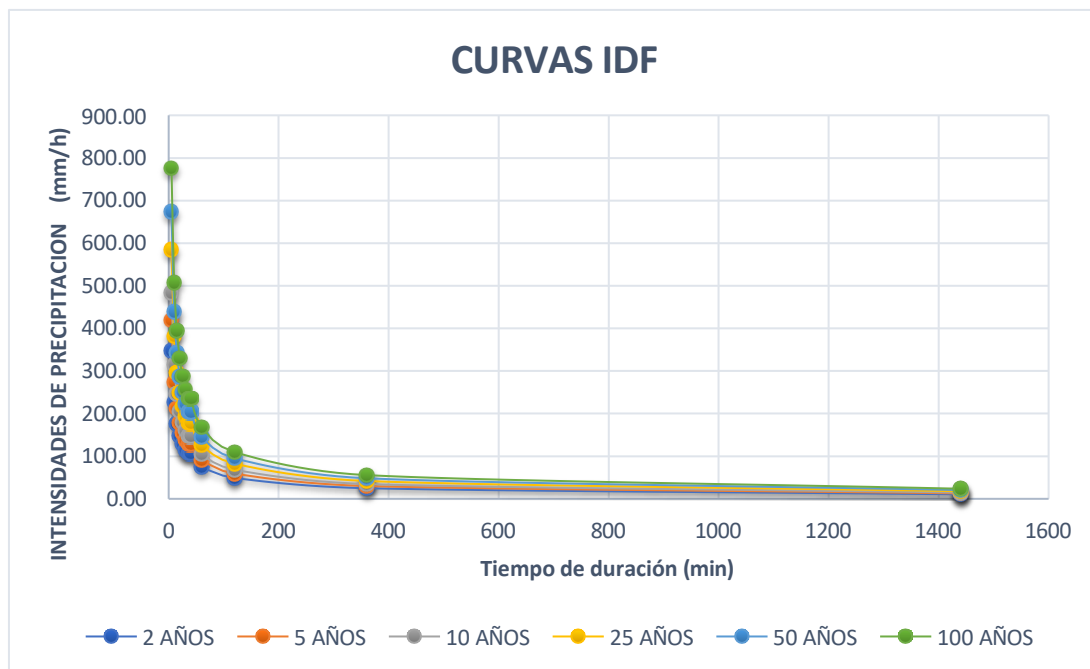
Periodo de retorno T	INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)												
	Tiempo (minutos)												
	años	5	10	15	20	25	30	35	40	60	120	360	1440
2	347.54	226.70	176.57	147.88	128.88	115.18	104.74	104.74	75.13	49.01	24.90	10.59	
5	419.56	273.68	213.16	178.52	155.58	139.05	126.44	126.44	90.70	59.16	30.06	12.79	
10	483.81	315.59	245.80	205.86	179.41	160.34	145.80	145.80	104.59	68.22	34.66	14.75	
25	584.07	380.99	296.74	248.52	216.59	193.56	176.02	176.02	126.26	82.36	41.84	17.80	
50	673.50	439.33	342.17	286.57	249.75	223.20	202.97	202.97	145.59	94.97	48.25	20.53	
100	776.63	506.60	394.57	330.45	287.99	257.38	234.05	234.05	167.89	109.51	55.64	23.67	

Fuente: Autor

La intensidad para un tiempo de retorno de 30 minutos y para un periodo de retorno de 100 años es de 257,38 mm-h

Tabla 33

Curvas IDF



Fuente: Autor

Tabla 34

Dimensiones de las Cunetas

Para diseñar la cuneta de este tramo se utilizara la ecuacion de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{1/2} * S^{1/2}$$

Donde: Q= 5.681 [m³/s]

Q manning > Q de aporte,
OK

h=	0.46	m	Modificar
A=	0.7406	m ²	
P=	3.37414	m	
n=	0.015		
S=	0.1	se toma la mas critica	

ENTONCES

l=	3.2	m	Revisar que cumpla el ancho minimo
ANCHO(a)=	0.92	m	

Velocidad 7.67 m/s

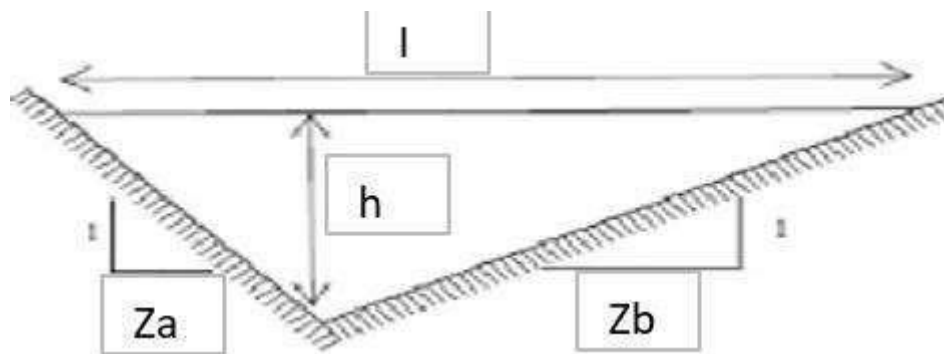
Fuente: Autor

El diseño se realizó para una cuenca de 0.158 km² y una intensidad máxima de lluvia de 257.38 mm/h y una longitud de 2.5 km.

La cuneta que se diseñó nos sirve tanto para el lado derecho como el izquierdo.

Ilustración 45

Sección de las Cunetas, Izquierda y Derecha



Fuente: Google, recorte de imagen

Tabla 35

Diámetros de Alcantarillas

Abscisa	Area de Aporte [ha]	Caudal [m ³ /s]	Pendiente alcantarilla [S]	Velocidad Salida [m/s]	Coefficiente de Rugosidad n	Diámetro tubería [mm]	Porcentaje de llenado de la tubería [%]	Material Tubería	Caudal por Maning Q[m ³ /s]	Cumple o no cumple	Cumple Velocidad mínima y máxima
0+000	1.610	0.576	0.02	0.90466783	0.013	900	80	Armico	43.610	Cumple	OK
0+100	5.067	2.913	0.02	4.57854638	0.013	900	80	Armico	43.610	Cumple	OK
0+925	4.884	2.847	0.02	4.47529625	0.013	900	80	Armico	43.610	Cumple	OK
2+100	6.170	3.623	0.02	5.69491211	0.013	900	80	Armico	43.610	Cumple	OK

Fuente: Autor

9.6 Presupuesto Referencial

Tabla 36.

Presupuesto Referencial Vía Soldados - San Antonio, abscisas 0+000 a 2+500

Presupuesto para el DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS-SAN ANTONIO DE ANGAS, DESDE LA ABCISCA 0+000 HASTA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY						
PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		OBRAS PRELIMINARES				126,052.39
1.1	500004	Replanteo y nivelación de vías	ml	2,500.00	3.50	8,750.00
1.2	500010	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	10,228.10	1.96	20,047.07
1.3	500014	Excavación manual material sin clasificar	m3	51.14	12.53	640.79
1.4	500001	Cargado de material con cargadora	m3	13,363.01	1.37	18,307.32
1.5	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	13,363.01	2.22	29,665.87
1.6	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km distancia de escombrera 20 km	m3-km	187,082.09	0.26	48,641.34
2		ESTRUTURA VIAL				678,993.95
2.1	500005	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	25,500.00	1.31	33,405.00
2.2	500006	Pedraplén, conformación y compactación con equipo pesado	m3	255.00	25.01	6,377.55
2.3	500007	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado, incluye transporte	m3	2,001.52	23.45	46,935.65
2.4	500040	Sub base conformación y compactación con equipo pesado, incluye transporte	m3	3,825.00	29.69	113,564.25
2.5	500041	Base Granular conformación y compactación con equipo pesado, incluye transporte	m3	2,550.00	35.93	91,621.50
2.6	500011	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	25,500.00	1.22	31,110.00
2.7	500039	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta, incluye transporte	m2	25,500.00	13.96	355,980.00
3		DRENAJES VIAL				48,442.92
3.1	504006	Excavación manual, zanja 0-2 m, material sin clasificar	m3	90.00	17.50	1,575.00
3.2	504019	Excavación mecánica, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40cm	m3	55.00	3.64	200.20
3.3	500001	Cargado de material con cargadora	m3	92.00	3.50	322.00
3.4	500002	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	200.00	2.22	444.00
3.5	500003	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 6 Km	m3-km	80.00	0.26	20.80
3.6	552338	Cama de arena e=3cm	m2	60.34	1.55	93.53
3.7	513040	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (incluye corte y doblado)	kg	725.00	2.36	1,711.00
3.8	507003	Hormigón simple f'c: 210kg/cm2 para cunetas triangulares h= 35cm e:10cm. (inc. Encofrado y desencofrado)	m3	201.81	31.50	6,357.02
3.9	507004	Hormigón simple f'c: 210kg/cm2 para cunetas triangulares h= 20cm e:10cm. (inc. Encofrado y desenco0frado)	m3	281.08	29.09	8,176.62
3.10	512001	Encofrado metalico para cunetas	ml	2,500.00	4.62	11,550.00
3.11	512005	Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	156.00	10.21	1,592.76
3.12	DN900	Tubería para alcantarillado metalica corrugada armico DN900	ml	40.00	410.00	16,400.00
4		SEÑALIZACION				17,854.76
4.1	500018	Señalización vertical	u	6.00	148.76	892.56
4.2	500019	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	7,500.00	1.60	12,000.00
5		MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				2,481.10
	550A30	Alquiler de baterías sanitarias movil, incluye instalacion, desinstalacion y accesorios	u	2.00	310.46	620.92
5.1	500028	Letrero metálico de información del Proyecto	u	2.00	484.84	969.68
5.2	500020	Señalización con cinta	ml	200.00	0.23	46.00
5.3	500021	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	20.00	6.46	129.20
5.4	500022	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	50.00	0.29	14.50
5.5	500023	Difusión Social	global	1.00	700.80	700.80
SUBTOTAL						873,825.12
IVA					15%	131,073.77
TOTAL						1,004,898.89
Son: Un millon ochenta y cuatro mil cuatrocientos ochenta y seis dolaes con sesenta y nueve centavos						

Fuente: Autor

9.7 Conclusiones

En conclusión, En conclusión, en el trabajo presentado se realizó el diseño geométrico y estructural de la vía Soldados - San Antonio entre las abscisas 0+000 a 2+500, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay. Uno de los aspectos importantes fue el CBR=42.17, se consideró el más crítico de las dos calicatas ensayadas, con ello se diseñó la estructura del pavimento flexible, la cual nos dio unos espesores de pavimento de 3 in, 15 cm de base y 15 cm de subbase cabe recalcar que estructuralmente, no se necesitaría la capa de subbase ya que con la carpeta asfáltica y la capa de base son suficientes para resistir la carga de tráfico proyectada, sin embargo, es necesario colocar el espesor mínimo, por motivos de drenaje, repartición equitativa de cargas hacia la subrasante y por protección de la capa base de contaminantes.

La implementación de normativas técnicas especializadas, como las especificaciones del (MTOP, 2013) y la metodología (AASHTO, 2004), garantiza que el diseño vial cumpla con criterios internacionales, optimizando la interacción entre seguridad estructural, vida útil del pavimento y eficiencia operacional. Los datos recabados mediante levantamientos topográficos de alta precisión, estudios de flujo vehicular y ensayos geotécnicos y de materiales permitieron establecer parámetros técnicos rigurosos para el diseño geométrico (alineamiento vertical y horizontal), asegurando así un diseño geométrico adaptado para el usuario cumpliendo estándares de seguridad y conformidad de acuerdo con la normativa ecuatoriana.

El costo referencial para la ejecución del proyecto propuesto es de un valor de 1,004,898.89 dólares americanos.

9.8 Recomendaciones

Analizar el ámbito hidrológico y de drenaje vial: Necesario realizar un análisis sobre precipitaciones locales y de drenaje de suelo, con la finalidad de incorporar un sistema capas de evacuar el agua presente en la calzada y evitar acumulaciones, que se puedan convertir en un riesgo para los vehículos que transitan la ruta.

Diseño geométrico: Verificar que el porcentaje de pendientes se encuentre dentro del rango permitido, de igual manera los radios de curvatura sean los apropiados para la velocidad de diseño.

Estudios geológicos: Realizar un estudio geológico que analice las posibles fallas geológicas que puedan ocurrir dentro de los radios cercanos a la vía.

Realizar estudios de tráfico: Es importante analizar los posibles incrementos bruscos de volúmenes de tráfico pesado que sobre cargue la resistencia de la calzada y reduzca su tiempo de servicio.

Mantenimiento vial; Es importante implementar un plan de mantenimiento vial una vez acabe su tiempo útil de servicio, con ello evitaremos las fallas en el pavimento.

10. Referencias

- AASHTO. (2004). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. (2020). *American Association of State Highway and Transportation Officials*. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO T 265-15. (2020). *Standard Method of Test for Laboratory Determination of Moisture Content of Soils*. Washington, DC: AASHTO.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.: AASHTO.
- ASTM D1557-12. (2012). *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³)*. EE.UU: ASTM International.
- ASTM D2216. (2021). *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. Pennsylvania, USA: ASTM.
- ASTM D4318-17e1. (2017). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. West Conshohocken, PA, EE. UU.: ASTM International.
- ASTM D6913. (2021). *Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis*. West Conshohocken, PA, EE. UU: ASTM International.
- ASTM International. (2017). *Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis*. West Conshohocken, PA, EE. UU.: ASTM International.
- ASTM International. (2021). *Standard Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process (ASTM E1527-21)*. Pennsylvania, USA: West Conshohocken.
- Carmona, R. P. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje de carreteras*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Chow, V. T. (1994). *Open-Channel Hydraulics*. México: McGraw-Hill Interamericana.

- Coduto D. P., Yeung M. R., Kitch W. A. (2011). *Geotechnical Engineering: Principles & Practices* (2ª edición ed.). Upper Saddle River, New Jersey, USA: Pearson (Upper Saddle River, NJ).
- Das, B. M. (2010). *Principles of Foundation Engineering* (Séptima ed.). Stamford, CT, USA: Cengage Learning.
- Domínguez, F. (2010). *Topografía general y Aplicada* (Quinta ed.). Madrid: Editorial Síntesis.
- El Mercurio. (Enero de 2020). *Vía San Joaquín-Soldados-Balao*.
- Geotechtips. (15 de Diciembre de 2018). *geotechtips*. Obtenido de <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>
- Giordani, C., & Leone, D. (2020). *Universidad Tecnológica Nacional*. Obtenido de [frro.utn.edu.ar](https://www.frro.utn.edu.ar): https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- Grisales, J. C. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (2 ed.). Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Guilani, C., & Wolf, P. (2015). *Topografía* (14 Edición ed.). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Guillen, A. H., & Viñan, J. E. (Marzo de 2022). *repositorio.puce.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1f3b1d8e-fa53-48aa-894c-5b82d6695da9/content>
- IMZA Arquitectura. (4 de Junio de 2024). *IMZA Arquitectura*. Obtenido de <https://www.imzaarquitectura.com/post/estudio-de-suelos-qu%C3%A9-es-y-para-qu%C3%A9-sirve>
- INEN . (2010). *obraspublicas.gob.ec*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf
- INEN. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011, "Señalización vial. Parte 1: Señalización Vertical"*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

- INEN. (2011). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011, "Señalización vial. Parte 2: Señalización Horizontal"*. Quito, Ecuador: INEN.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2002). *Mecánica de suelos. Tomo I. Fundamentos de la mecánica de suelos*. Ciudad de México, México: Limusa/Noriega (Editorial Limusa, S.A.).
- Kraemer, C. (2009). *Ingeniería de Carreteras* (Segunda ed., Vol. I). Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- MTOP. (2013). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Obtenido de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf
- MTOP, INEC. (2011). *Manual de diseño hidráulico de drenaje superficial vial*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) & Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).
- Quintero, M. C., & Marbello, R. V. (Julio de 2012). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Cardenas-Quintero/publication/321599141_ECUACIONES_DE_DISENO_DE_CUNETAS_EMPLEANDO_LA_ECUACION_DE_MANNING_Y_LA_ECUACION_DE_DARCY_WEISBACH_-_COLEBROOK_WHITE_CASO_COLOMBIANO/links/5a2860edaca2727dd88701c9/ECUACIONES
- Silva, L. H. (Noviembre de 2013). *repositorio.uta.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/3b471dc9-532a-424b-a91a-6e29a2b81442>
- T.A.M.S-ASTEC. (2003). *sjnavarro.wordpress*. Obtenido de https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/manual-dediseccion-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- Terzaghi, K., Peck, R., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (Tercera ed.). New York, USA: John Wiley & Sons (Wiley-Interscience), sede en Nueva York / USA.

Villalba, M. A., Vargas, W. E., & Vergara, C. J. (2023). *Topografía: Conceptos y aplicaciones* (2 ed.). Bogotá, Colombia: ECOE EDICIONES.

11. Anexos



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS


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

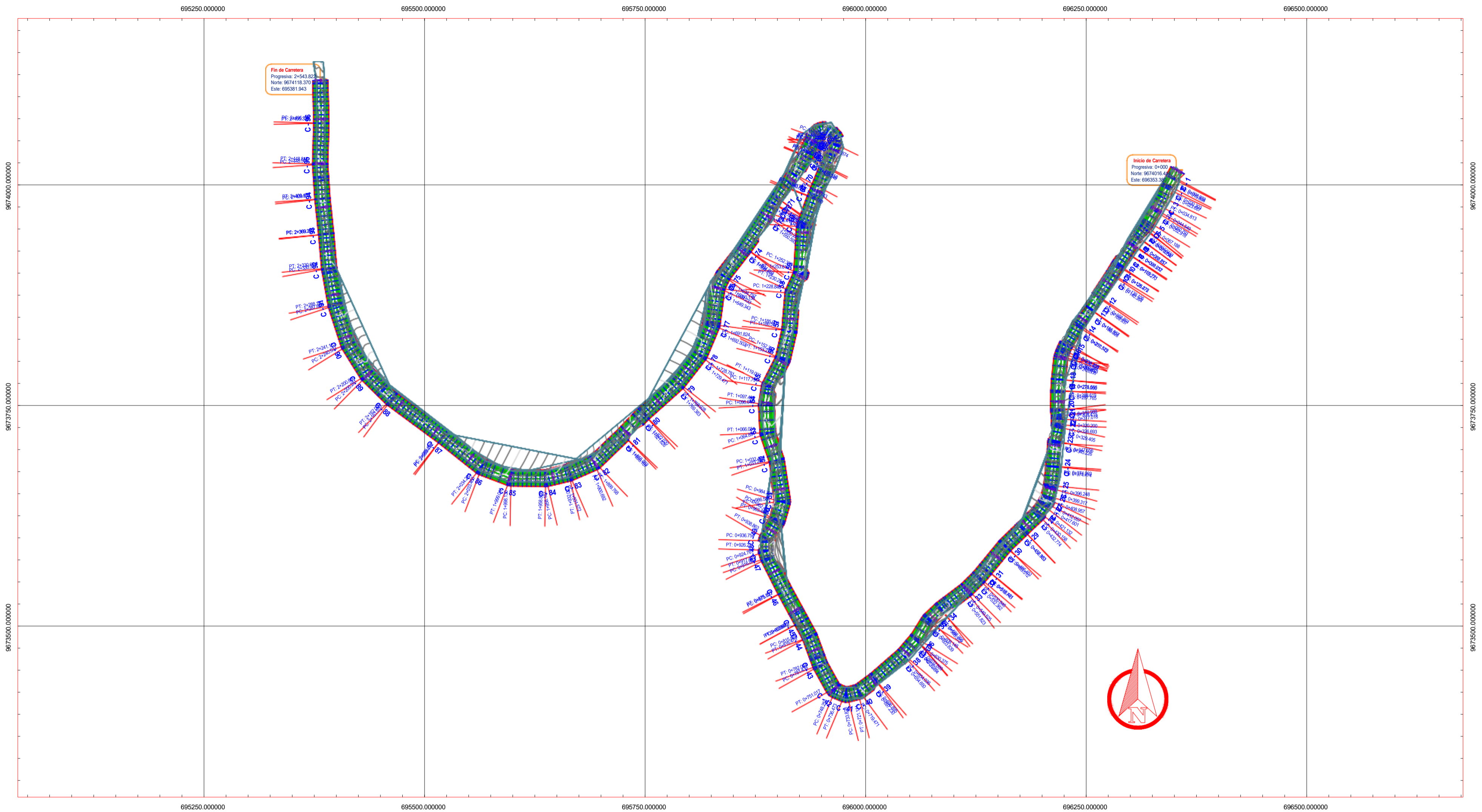
NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			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 ⁽⁵⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁵⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁵⁾		
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		
Paralte	MAXIMO = 10%																															
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾	10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																															
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00			6,00			4,00 ⁽⁶⁾							
Clase de pavimento	Carpetas Asfáltica y Hormigón						Carpetas Asfáltica						Carpetas Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones ⁽⁷⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁸⁾ - 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	Carga de diseño ANCHO DE LA CALZADA (m) ANCHO DE ACERAS (m) ⁽¹⁷⁾ SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES 0,50 m mínimo a cada lado																															
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																															
	LL = TERRENO PLANO 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 límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.



		Carrera: INGENIERÍA CIVIL	N° plano: 2/19
Alumno: DANIEL CARDENAS	Estudiantes: JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS		
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISCA 0+000 HASTA LA ABCISCA 2+500 KM. EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		Fecha: 2025 - 2025	
Título: PERFIL LONGITUDINAL			




		Carrera:	Nº plano:
Tutor:		INGENIERÍA CIVIL	1/18
DANIEL CARDENAS		Estudiantes:	Escalq:
		JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	1:1000
Proyecto:		DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISIA 0+000 HASTA LA ABCISIA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.	Período:
			2025 – 2025
Plano:		VISTA EN PLANTA	

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0+030	0.560	0.000	2.872	0.000	2.872	0.000
0+035	0.539	0.000	2.748	0.000	5.620	0.000
0+040	0.501	0.000	2.395	0.000	8.015	0.000
0+050	0.377	0.000	4.235	0.000	12.250	0.000
0+060	0.250	0.000	3.083	0.000	15.333	0.000
0+070	0.158	0.000	1.894	0.000	17.227	0.000
0+080	0.594	0.000	3.699	0.000	20.926	0.000
0+090	0.166	0.006	3.889	0.029	24.815	0.029
0+105	0.000	0.422	1.268	3.257	26.083	3.286
0+110	0.000	0.389	0.000	2.027	26.083	5.313
0+120	0.000	1.177	0.000	7.831	26.083	13.144
0+135	0.000	1.783	0.000	22.530	26.083	35.674
0+140	0.000	2.268	0.000	9.934	26.083	45.608
0+150	0.000	2.646	0.000	24.571	26.083	70.179
0+160	0.000	3.996	0.000	33.210	26.083	103.390
0+175	0.000	4.310	0.000	61.975	26.083	165.365
0+180	0.000	5.634	0.000	24.861	26.083	190.226

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+190	0.000	7.090	0.000	63.622	26.083	253.848
0+200	0.000	7.238	0.000	71.642	26.083	325.490
0+210	0.006	5.311	0.029	62.833	26.112	388.323
0+220	0.004	6.657	0.046	59.842	26.157	448.164
0+230	0.024	5.921	0.137	62.891	26.294	511.055
0+235	0.033	3.373	0.125	22.519	26.420	533.574
0+240	0.026	2.224	0.139	13.628	26.559	547.202
0+245	0.015	1.508	0.086	8.471	26.645	555.673
0+250	0.007	0.580	0.045	4.611	26.690	560.284
0+260	0.000	0.549	0.031	5.152	26.721	565.436
0+270	0.000	0.554	0.000	5.518	26.721	570.954
0+275	0.000	0.540	0.000	2.735	26.721	573.689
0+280	0.000	1.098	0.000	3.929	26.721	577.618
0+290	0.000	1.698	0.000	13.592	26.721	591.210
0+300	0.007	1.557	0.035	16.276	26.755	607.487
0+310	0.111	1.426	0.576	14.222	27.331	621.709
0+320	0.351	1.620	2.303	16.090	29.634	637.798
0+335	0.084	1.032	3.241	20.788	32.875	658.586
0+340	0.031	1.091	0.289	5.307	33.164	663.894
0+355	0.000	2.814	0.221	29.463	33.385	693.357

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+360	0.000	1.981	0.000	11.987	33.385	705.344
0+370	1.063	1.586	5.315	17.836	38.701	723.180
0+380	1.188	3.832	11.033	27.243	49.733	750.422
0+390	1.378	3.471	12.834	36.514	62.567	786.937
0+405	1.496	0.723	19.768	32.122	82.336	819.059
0+410	2.292	0.076	8.841	2.002	91.177	821.061
0+420	2.509	0.009	20.721	0.426	111.897	821.488
0+430	2.197	0.010	22.541	0.088	134.438	821.576
0+440	0.881	0.010	13.656	0.084	148.094	821.660
0+450	0.014	0.000	4.474	0.052	152.568	821.712
0+460	0.000	0.000	0.068	0.000	152.636	821.712
0+470	0.168	0.000	0.838	0.000	153.474	821.712
0+480	1.853	0.000	10.105	0.000	163.579	821.712
0+485	2.076	0.000	10.418	0.000	173.996	821.712
0+490	2.338	0.000	11.215	0.000	185.212	821.712
0+500	2.956	0.000	26.472	0.000	211.684	821.712
0+510	2.495	0.000	27.256	0.000	238.939	821.712
0+520	2.791	0.000	26.428	0.000	265.368	821.712
0+530	2.908	0.000	28.493	0.000	293.861	821.712
0+540	3.269	0.000	30.572	0.000	324.433	821.712

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+550	3.820	0.000	35.450	0.000	359.884	821.712
0+560	3.408	0.000	36.869	0.000	396.753	821.712
0+570	1.613	0.000	25.109	0.000	421.862	821.712
0+580	0.180	0.042	8.965	0.210	430.827	821.922
0+595	0.128	0.438	2.149	3.424	432.976	825.346
0+605	0.071	0.604	0.932	4.989	433.907	830.335
0+610	0.053	0.617	0.204	2.340	434.111	832.675
0+620	0.027	0.250	0.404	4.334	434.515	837.009
0+630	0.000	0.244	0.137	2.472	434.652	839.481
0+640	0.000	0.085	0.000	1.794	434.652	841.275
0+650	0.000	0.007	0.000	0.464	434.652	841.739
0+660	0.000	0.001	0.000	0.044	434.652	841.783
0+670	0.000	0.000	0.000	0.005	434.653	841.788
0+680	0.000	0.004	0.000	0.021	434.653	841.809
0+690	0.000	0.011	0.000	0.075	434.653	841.884
0+700	0.000	0.000	0.000	0.061	434.653	841.945
0+710	0.000	0.000	0.000	0.002	434.653	841.948
0+720	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+730	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+735	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+740	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+750	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+760	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+770	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+780	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+790	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+800	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+810	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+820	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+830	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+840	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+850	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+860	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+870	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+880	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+890	0.000	0.000	0.000	0.000	434.653	841.948
0+900	1.117	0.000	5.587	0.000	440.240	841.948
0+910	0.973	0.023	10.451	0.115	450.691	842.063
0+920	4.174	1.730	21.664	7.922	472.355	849.984
0+925	3.895	5.772	17.355	17.246	489.710	867.230

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
0+930	3.378	8.560	4.524	21.645	494.234	888.875
0+945	3.313	2.067	32.872	63.243	527.106	952.118
0+950	7.920	0.529	28.082	6.492	555.188	958.610
0+960	7.400	0.009	76.600	2.691	631.788	961.301
0+970	3.869	0.204	49.714	1.027	681.502	962.328
0+980	2.479	0.000	31.739	1.020	713.242	963.348
0+985	0.655	0.000	7.193	0.000	720.435	963.348
0+990	1.150	0.000	1.517	0.000	721.952	963.348
1+000	3.709	0.000	24.295	0.000	746.247	963.348
1+010	6.380	0.000	50.446	0.000	796.693	963.348
1+020	6.227	0.000	63.036	0.000	859.729	963.348
1+030	3.682	0.000	49.545	0.000	909.275	963.348
1+040	0.221	0.765	18.843	3.782	928.117	967.130
1+050	2.092	0.004	11.563	3.845	939.680	970.975
1+060	1.254	0.000	16.727	0.021	956.408	970.996
1+065	0.265	0.000	3.641	0.000	960.049	970.996
1+070	0.194	0.000	0.639	0.000	960.688	970.996
1+080	0.254	0.000	2.242	0.000	962.929	970.996
1+090	0.309	0.000	2.814	0.000	965.744	970.996
1+100	0.370	0.000	2.779	0.000	968.523	970.996

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
1+110	0.819	0.000	5.941	0.000	974.464	970.996
1+125	0.448	0.032	7.880	0.210	982.344	971.206
1+130	0.396	0.001	2.110	0.083	984.454	971.289
1+140	0.001	0.000	1.985	0.006	986.439	971.294
1+150	0.000	0.000	0.006	0.000	986.445	971.294
1+160	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.294
1+170	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.294
1+180	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.294
1+190	0.000	0.022	0.000	0.115	986.445	971.409
1+200	0.000	0.000	0.000	0.108	986.445	971.517
1+210	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.517
1+220	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.517
1+230	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.517
1+240	0.000	0.000	0.000	0.000	986.445	971.517
1+250	0.116	0.000	0.578	0.000	987.023	971.517
1+260	0.095	0.000	1.235	0.000	988.258	971.517
1+270	0.000	0.102	0.475	0.508	988.733	972.025
1+280	0.000	0.208	0.000	1.547	988.733	973.571
1+290	0.000					

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
1+310	0.000	1.588	0.000	8.794	988.733	989.659
1+320	0.000	3.281	0.000	24.342	988.733	1014.000
1+330	0.000	2.467	0.000	28.737	988.733	1042.737
1+340	0.000	0.000	0.000	12.334	988.733	1055.071
1+350	0.000	0.835	0.000	4.084	988.733	1059.155
1+360	0.000	1.222	0.000	10.286	988.733	1069.441
1+370	0.000	0.121	0.000	6.714	988.733	1076.155
1+380	0.917	3.956	4.585	20.384	993.318	1096.538
1+390	3.381	7.869	21.844	59.265	1015.162	1155.804
1+400	0.182	6.031	16.642	67.945	1031.803	1223.749
1+410	0.837	2.653	2.343	34.156	1034.146	1257.905
1+415	0.000	4.459	-2.819	-5.052	1031.327	1252.853
1+420	0.019	2.350	0.046	14.083	1031.373	1266.937
1+425	0.179	6.986	0.272	19.257	1031.645	1286.193
1+430	0.639	6.051	0.577	24.375	1032.221	1310.568
1+435	0.806	3.354	1.029	9.479	1033.250	1320.046
1+440	3.758	2.168	4.085	-1.452	1037.335	1318.594
1+450	9.383	1.340	56.843	10.561	1094.178	1329.155
1+460	8.170	0.000	87.766	6.699	1181.944	1335.855
1+470	2.174	11.388	51.721	56.942	1233.665	1392.796

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
1+480	2.816	2.707	25.098	69.697	1258.763	1462.494
1+490	5.642	0.001	42.293	13.541	1301.056	1476.035
1+500	0.034	0.000	24.346	0.003	1325.402	1476.038
1+510	0.000	0.000	0.172	0.000	1325.574	1476.038
1+520	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+530	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+540	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+550	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+560	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+570	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+580	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+590	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+600	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+610	0.000	0.000	0.000	0.000	1325.574	1476.038
1+620	0.015	0.000	0.073	0.000	1325.647	1476.038
1+630	0.483	0.033	2.491	0.165	1328.138	1476.203
1+640	0.373	0.638	4.726	3.836	1332.864	1480.039
1+650	3.465	0.000	22.632	3.725	1355.496	1483.764
1+660	4.709	0.000	42.770	0.000	1398.266	1483.764
1+670	4.151	0.000	44.300	0.000	1442.565	1483.764


TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
1+680	3.574	0.000	38.624	0.000	1481.189	1483.764
1+690	3.123	0.000	33.484	0.000	1514.673	1483.764
1+700	2.227	0.000	20.154	0.000	1534.827	1483.764
1+710	1.945	0.000	20.861	0.000	1555.688	1483.764
1+720	1.696	0.000	18.208	0.000	1573.896	1483.764
1+735	1.080	0.000	17.381	0.000	1591.277	1483.764
1+740	0.994	0.000	5.184	0.000	1596.461	1483.764
1+750	0.861	0.000	9.277	0.000	1605.738	1483.764
1+760	0.719	0.000	7.901	0.000	1613.639	1483.764
1+770	0.541	0.000	5.296	0.000	1618.935	1483.764
1+780	0.324	0.000	4.328	0.000	1623.262	1483.764
1+790	0.217	0.000	2.708	0.000	1625.970	1483.764
1+800	0.135	0.000	1.762	0.000	1627.732	1483.764
1+810	0.843	0.000	4.892	0.000	1632.624	1483.764
1+820	0.405	0.001	6.244	0.004	1638.868	1483.768
1+830	0.233	0.773	3.229	3.942	1642.097	1487.710
1+840	0.347	0.583	2.899	6.781	1644.996	1494.492
1+850	0.877	0.424	6.116	5.035	1651.112	1499.527
1+860	0.423	1.955	6.549	11.788	1657.662	1511.315
1+870	0.110	1.822	2.665	18.885	1660.327	1530.200

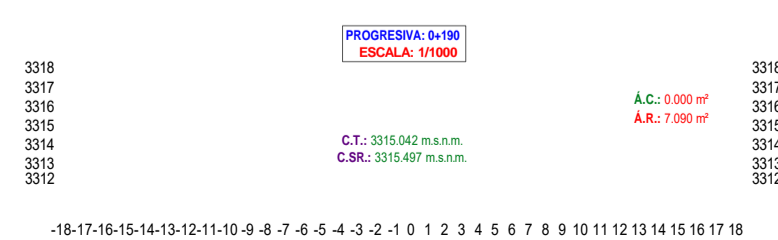
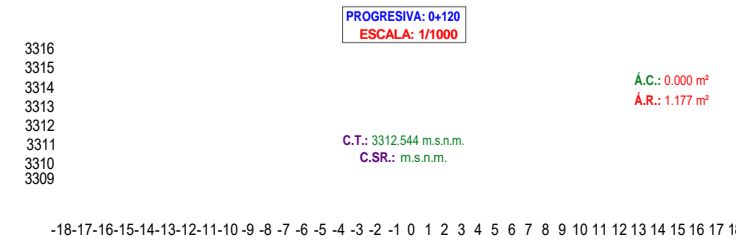
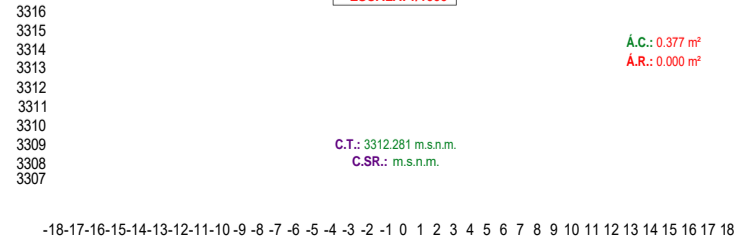
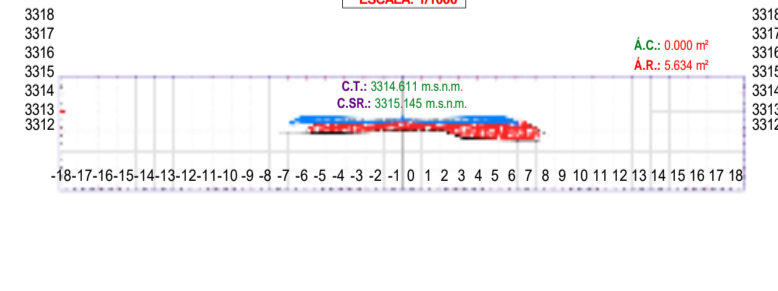
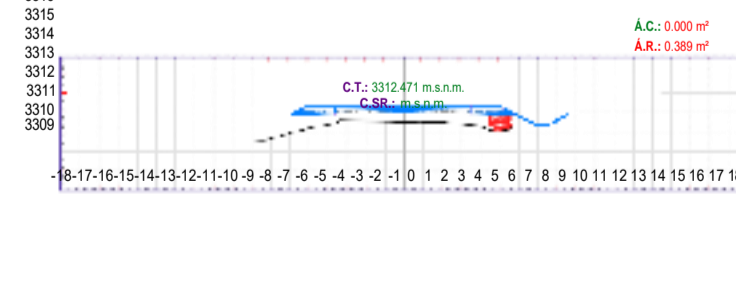
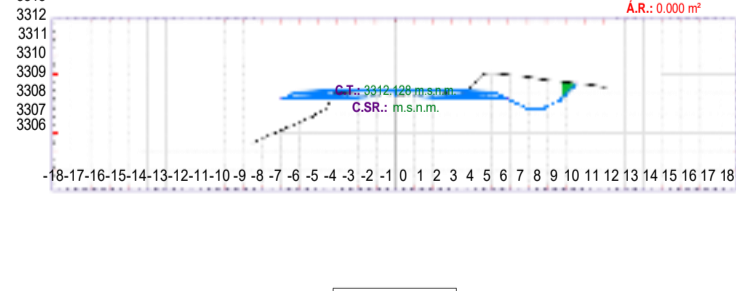
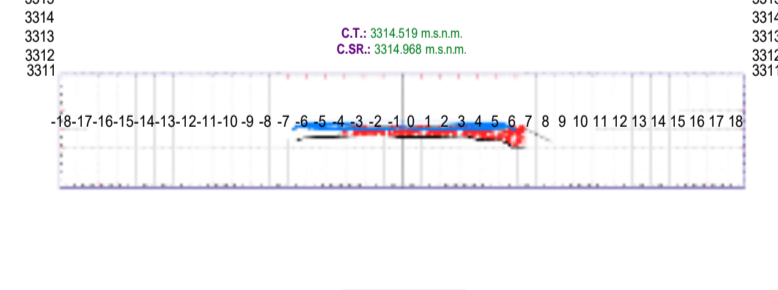
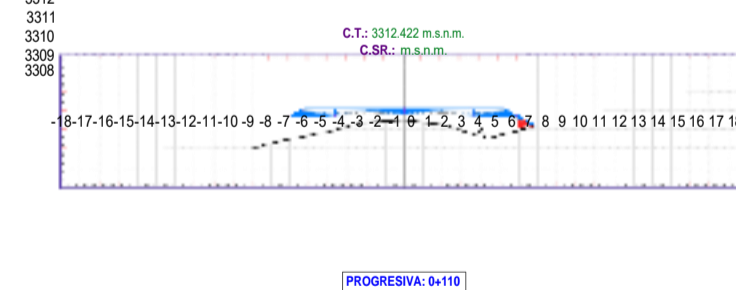
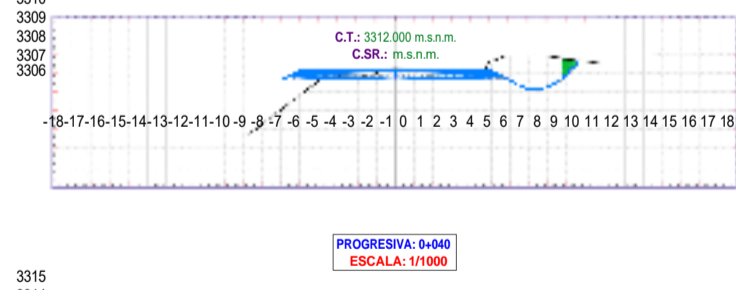
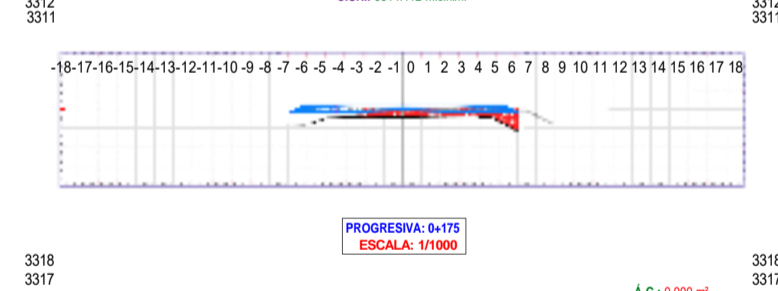
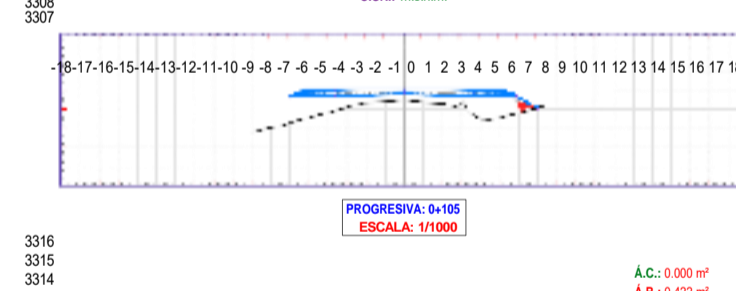
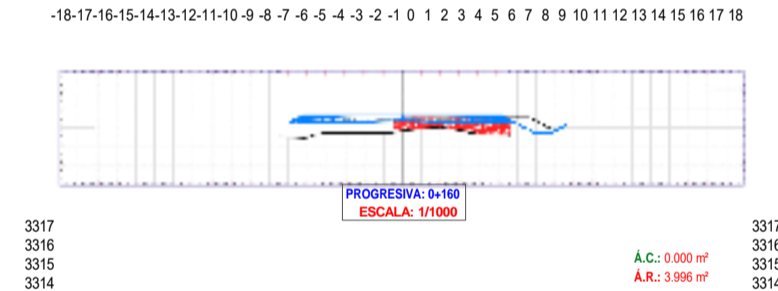
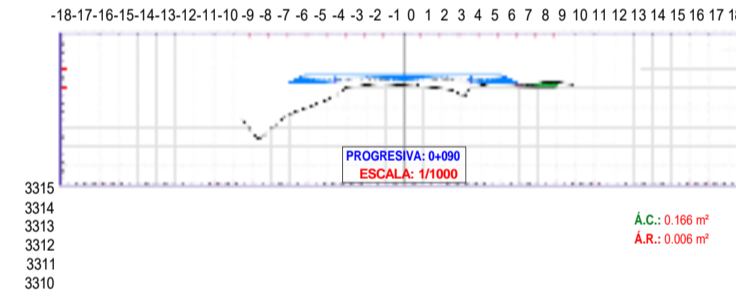
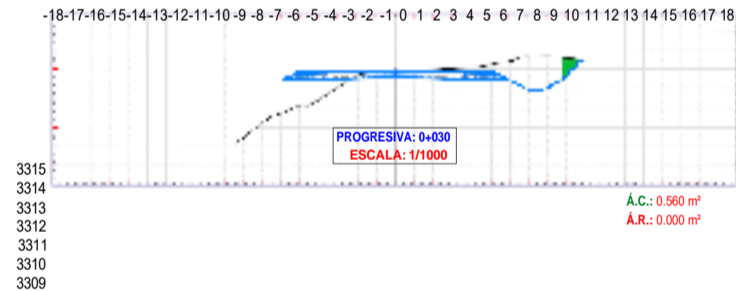
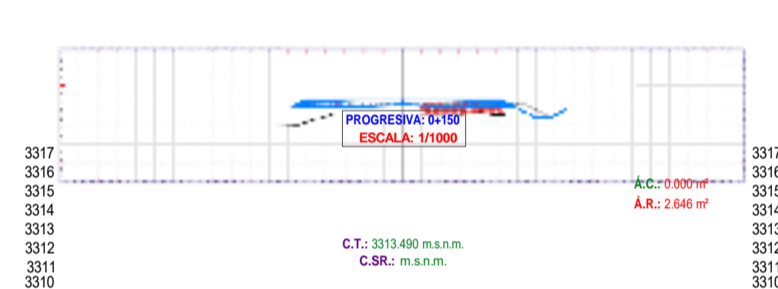
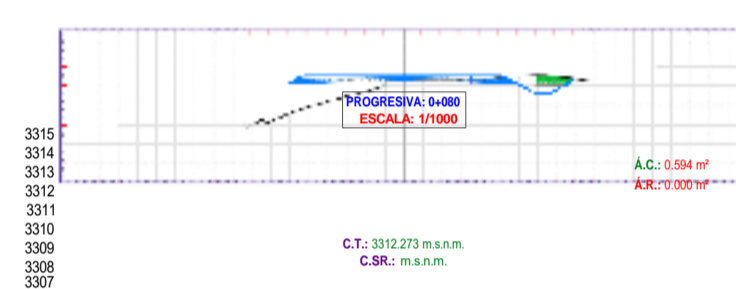
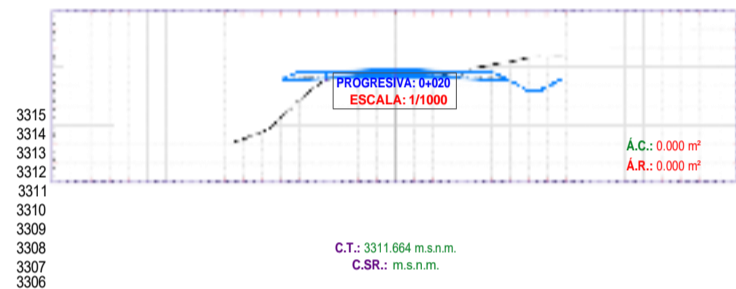
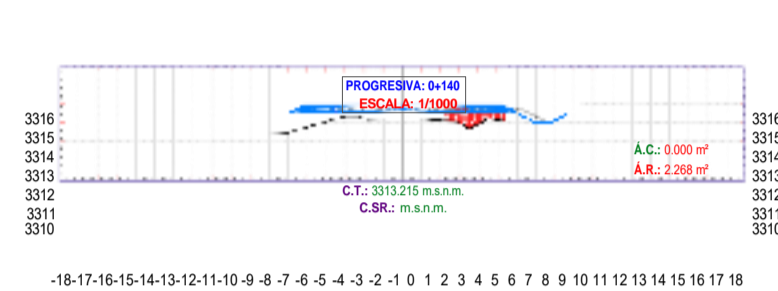
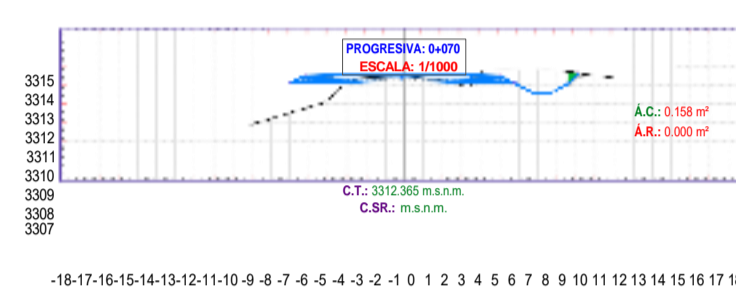
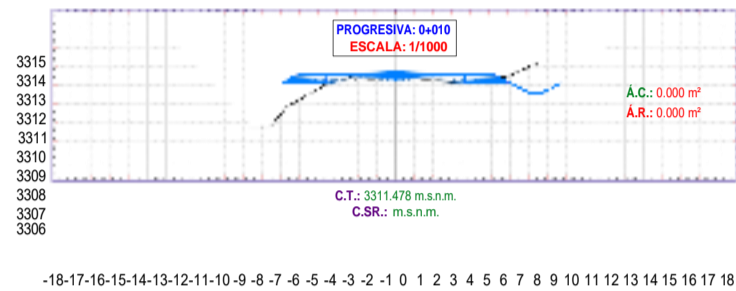
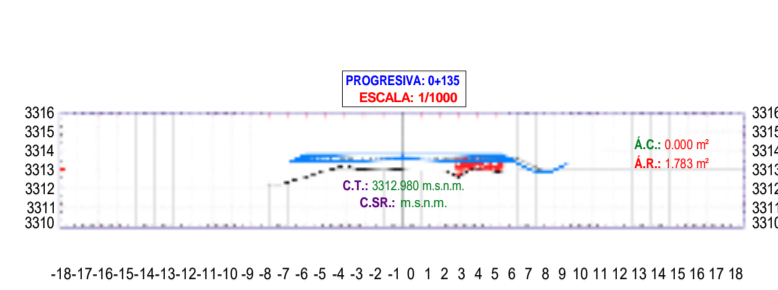
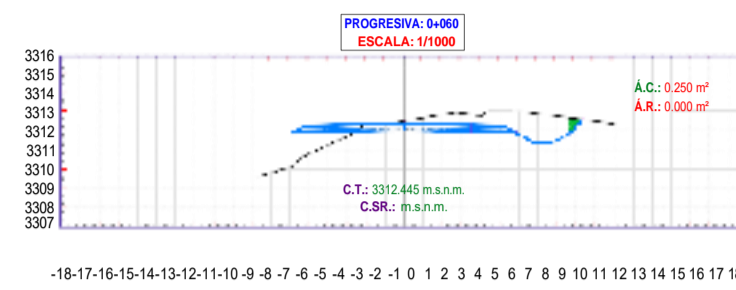
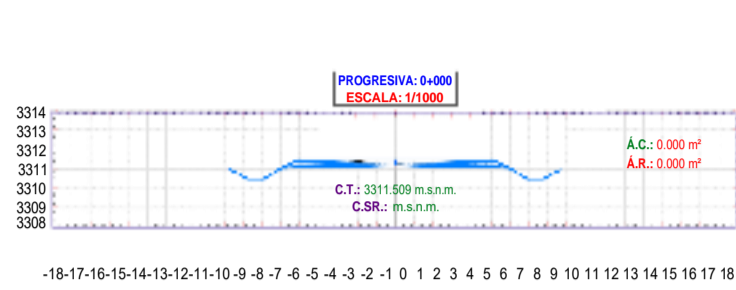
TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
1+880	0.627	0.000	3.683	9.109	1664.011	1539.309
1+890	0.000	0.000	3.134	0.000	1667.145	1539.309
1+900	0.000	0.000	0.000	0.000	1667.145	1539.309
1+910	0.000	0.000	0.000	0.000	1667.145	1539.309
1+920	3.496	0.000	17.481	0.000	1684.626	1539.309
1+930	2.872	0.000	31.842	0.000	1716.467	1539.309
1+940	2.081	0.000	20.677	0.000	1737.144	1539.309
1+950	1.889	0.000	19.847	0.000	1756.991	1539.309
1+960	1.390	0.000	12.602	0.000	1769.593	1539.309
1+970	1.125	0.000	12.572	0.000	1782.164	1539.309
1+980	1.095	0.000	11.099	0.000	1793.263	1539.309
1+990	1.280	0.000	11.877	0.000	1805.140	1539.309
2+000	0.818	0.000	7.225	0.000	1812.364	1539.309
2+010	0.747	0.000	7.825	0.000	1820.189	1539.309
2+020	0.870	0.000	8.087	0.000	1828.276	1539.309
2+030	1.269	0.000	10.696	0.000	1838.972	1539.309
2+040	0.855	0.000	7.664	0.000	1846.636	1539.309
2+050	0.704	0.000	7.791	0.000	1854.427	1539.309
2+060	0.751	0.000	7.275	0.000	1861.702	1539.309
2+070	0.798	0.000	7.748	0.000	1869.451	1539.309

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
2+080	0.824	0.000	8.114	0.000	1877.564	1539.309
2+090	0.000	0.000	4.256	0.000	1881.820	1539.309
2+100	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+110	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+120	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+130	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+140	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+150	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+160	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+170	0.000	0.000	0.000	0.000	1881.820	1539.309
2+180	0.425	0.008	2.123	0.038	1883.943	1539.347
2+190	0.613	0.017	5.188	0.122	1889.131	1539.469
2+200	0.870	0.007	7.416	0.118	1896.547	1539.587
2+210	0.730	0.002	6.265	0.032	1902.812	1539.619
2+220	0.712	0.000	7.212	0.011	1910.024	1539.631
2+230	0.882	0.000	7.972	0.000	1917.996	1539.631
2+240	1.000	0.000	9.412	0.000	1927.408	1539.631
2+250	0.645	0.000	6.406	0.000	1933.814	1539.631
2+260	0.445	0.000	5.450	0.000	1939.264	1539.631
2+270	0.384	0.000	4.145	0.000	1943.409	1539.631

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
2+280	0.511	0.000	4.473	0.000	1947.882	1539.631
2+290	0.597	0.000	4.860	0.000	1952.742	1539.631
2+300	0.699	0.000	6.481	0.000	1959.223	1539.631
2+310	0.898	0.000	7.985	0.000	1967.208	1539.631
2+320	1.145	0.000	10.216	0.000	1977.424	1539.631
2+330	0.000	0.000	5.725	0.000	1983.150	1539.631
2+340	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+350	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+360	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+370	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+380	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+390	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+400	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+410	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+420	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+430	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+440	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+450	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+460	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+470	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631

TABLA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	Á.C. (m ²)	Á.R. (m ²)	V.C. (m ³)	V.R. (m ³)	V.C.A. (m ³)	V.R.A. (m ³)
2+480	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+490	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+500	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+510	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+520	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+530	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+540	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631
2+544	0.000	0.000	0.000	0.000	1983.150	1539.631

	Carrera: INGENIERÍA CIVIL	N° plano: 4/18
	Tutor: DANIEL CARDENAS	Estudiantes: JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.	Período: 2025 - 2025	
Plano:	VOLUMEN CORTE Y RELLENO	



Carrera: INGENIERIA CIVIL
 N° plano: 5 / 8
 Estudiantes: ESCOLA: 1:1000
 Período: 2020 - 2020

Proyecto		
Elaboró	DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO

3319
3318
3317
3316
3315
3314
3313

PROGRESIVA: 0+200
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3315.305 m.s.n.m.
C.SR.: 3315.849 m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 7.238 m²

3319
3318
3317
3316
3315
3314
3313

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317
3316

PROGRESIVA: 0+270
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3319.316 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.554 m²

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317
3316

3328
3327
3326
3325
3324
3323
3322

PROGRESIVA: 0+355
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3324.930 m.s.n.m.
C.SR.: 3325.217 m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 2.814 m²

3328
3327
3326
3325
3324
3323
3322

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3319
3318
3317
3316
3315
3314
3313

PROGRESIVA: 0+210
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3315.899 m.s.n.m.
C.SR.: 3316.340 m.s.n.m.

A.C.: 0.006 m²
A.R.: 5.311 m²

3319
3318
3317
3316
3315
3314
3313

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317

PROGRESIVA: 0+275
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3319.659 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.540 m²

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317

3328
3327
3326
3325
3324
3323
3322

PROGRESIVA: 0+360
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3325.312 m.s.n.m.
C.SR.: 3325.417 m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 1.981 m²

3328
3327
3326
3325
3324
3323
3322

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

PROGRESIVA: 0+220
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3316.235 m.s.n.m.
C.SR.: 3316.859 m.s.n.m.

A.C.: 0.004 m²
A.R.: 6.657 m²

3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317

PROGRESIVA: 0+280
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3320.004 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 1.098 m²

3323
3322
3321
3320
3319
3318
3317

3329
3328
3327
3326
3325
3324
3323

PROGRESIVA: 0+370
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3326.077 m.s.n.m.
C.SR.: 3326.163 m.s.n.m.

A.C.: 1.063 m²
A.R.: 1.586 m²

3329
3328
3327
3326
3325
3324
3323

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

PROGRESIVA: 0+230
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3316.779 m.s.n.m.
C.SR.: 3317.425 m.s.n.m.

A.C.: 0.024 m²
A.R.: 5.921 m²

3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

3324
3323
3322
3321
3320
3319
3318

PROGRESIVA: 0+290
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3320.704 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 1.698 m²

3324
3323
3322
3321
3320
3319
3318

3330
3329
3328
3327
3326
3325
3324

PROGRESIVA: 0+380
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3326.610 m.s.n.m.
C.SR.: 3326.941 m.s.n.m.

A.C.: 1.188 m²
A.R.: 3.832 m²

3330
3329
3328
3327
3326
3325
3324

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

PROGRESIVA: 0+235
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3317.168 m.s.n.m.
C.SR.: 3317.601 m.s.n.m.

A.C.: 0.033 m²
A.R.: 3.373 m²

3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315
3314

3325
3324
3323
3322
3321
3320
3319
3318

PROGRESIVA: 0+300
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3321.448 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.007 m²
A.R.: 1.557 m²

3325
3324
3323
3322
3321
3320
3319
3318

3331
3330
3329
3328
3327
3326
3325

PROGRESIVA: 0+390
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3327.439 m.s.n.m.
C.SR.: 3327.749 m.s.n.m.

A.C.: 1.378 m²
A.R.: 3.471 m²

3331
3330
3329
3328
3327
3326
3325

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

PROGRESIVA: 0+240
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3317.285 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.026 m²
A.R.: 2.224 m²

3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

3325
3324
3323
3322
3321
3320
3319

PROGRESIVA: 0+310
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3322.190 m.s.n.m.
C.SR.: 3322.172 m.s.n.m.

A.C.: 0.111 m²
A.R.: 1.426 m²

3325
3324
3323
3322
3321
3320
3319

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327
3326

PROGRESIVA: 0+405
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3329.101 m.s.n.m.
C.SR.: 3329.013 m.s.n.m.

A.C.: 1.496 m²
A.R.: 0.723 m²

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327
3326

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

PROGRESIVA: 0+245
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3317.881 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.015 m²
A.R.: 1.508 m²

3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

3326
3325
3324
3323
3322
3321
3320

PROGRESIVA: 0+320
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3322.864 m.s.n.m.
C.SR.: 3322.777 m.s.n.m.

A.C.: 0.351 m²
A.R.: 1.620 m²

3326
3325
3324
3323
3322
3321
3320

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327
3326

PROGRESIVA: 0+410
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3329.629 m.s.n.m.
C.SR.: 3329.449 m.s.n.m.

A.C.: 2.292 m²
A.R.: 0.076 m²

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327
3326

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

3322
3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

PROGRESIVA: 0+250
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3318.205 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.007 m²
A.R.: 0.580 m²

3322
3321
3320
3319
3318
3317
3316
3315

3327
3326
3325
3324
3323
3322
3321

PROGRESIVA: 0+335
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3323.615 m.s.n.m.
C.SR.: 3323.688 m.s.n.m.

A.C.: 0.084 m²
A.R.: 1.032 m²

3327
3326
3325
3324
3323
3322
3321

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327

PROGRESIVA: 0+420
ESCALA: 1/1000

C.T.: 3330.785 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 2.509 m²
A.R.: 0.009 m²

3333
3332
3331
3330
3329
3328
3327

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

3322
3321
3320

3319
3318
3317

3316

P
R

PROGRESIVA: 0+260
ESCALA: 1/1000

C

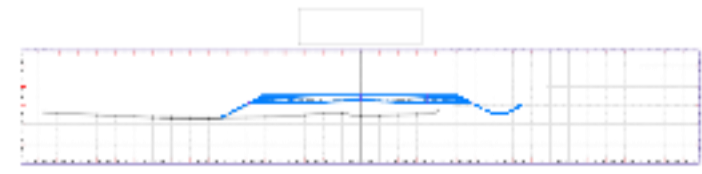
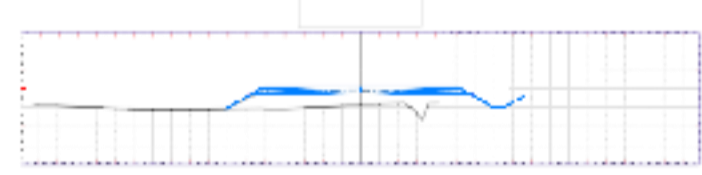
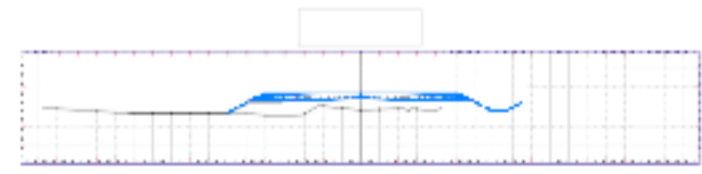
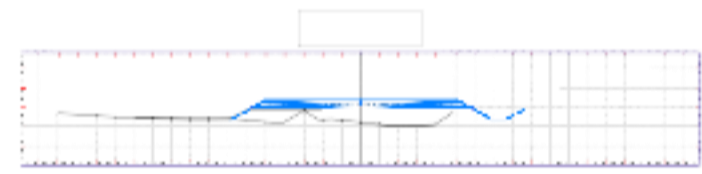
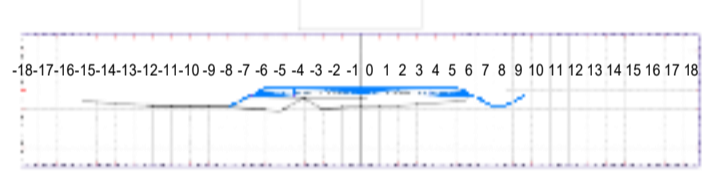
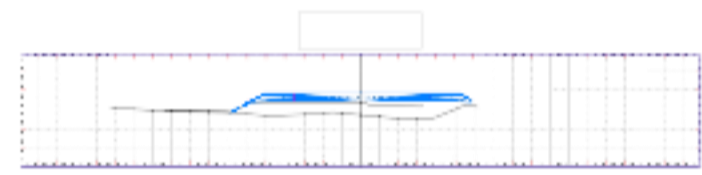
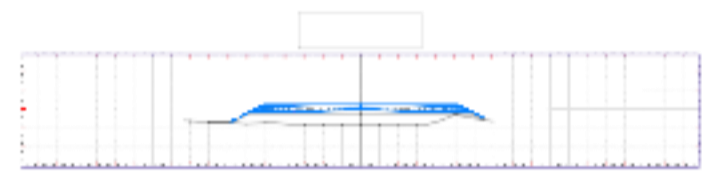
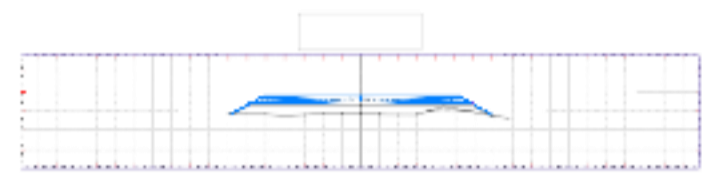
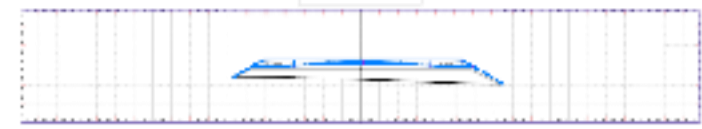
T

: 3318.532 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

A.C.: 0.000 m²

A.R.: 0.540 m²

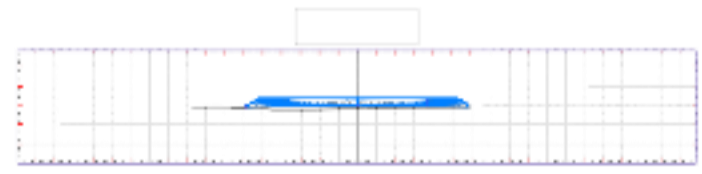
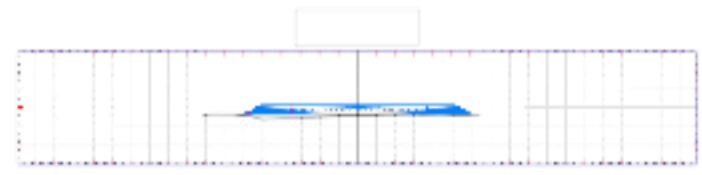
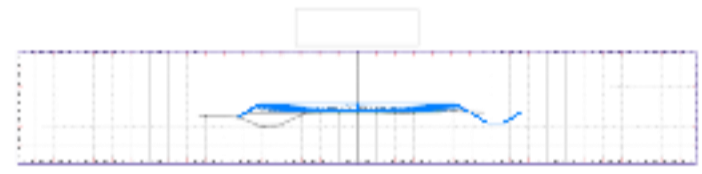
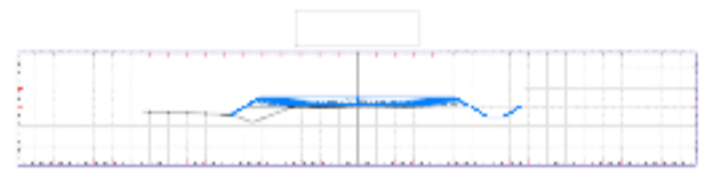
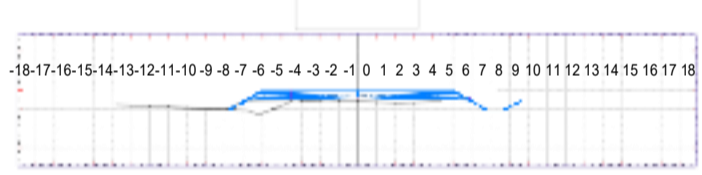
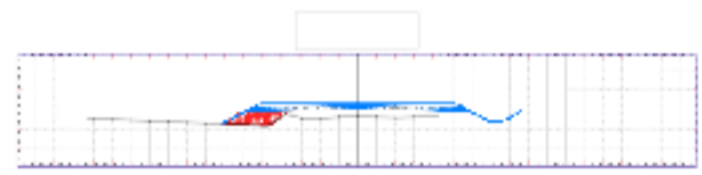
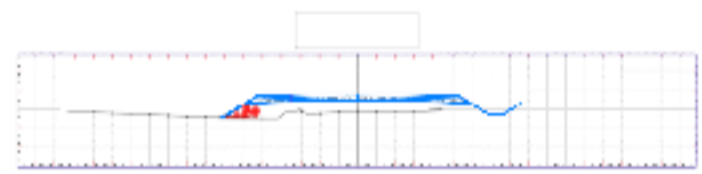
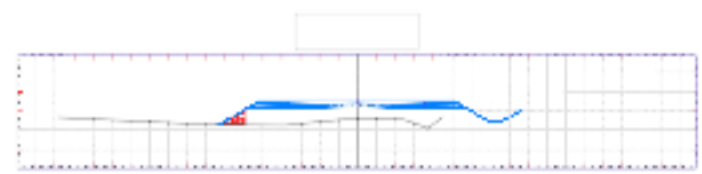
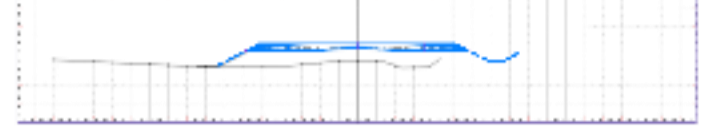
3322
3321
3320
3319
3318
3317
3316



P
R
O
G
R
A
M
A
:
E
S
C
A
L
A
:
1
/
1
0
0
0

C
T
:
3
3
2
3
9
3
8
m
s
:
n
m
C
S
R
:
3
3
2
4
0
0
7
m
s
:
n
m

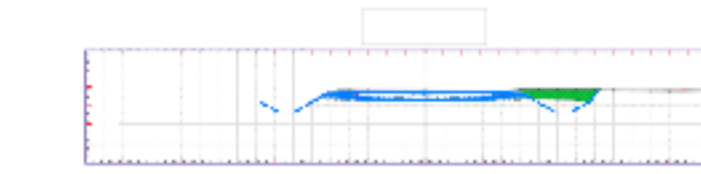
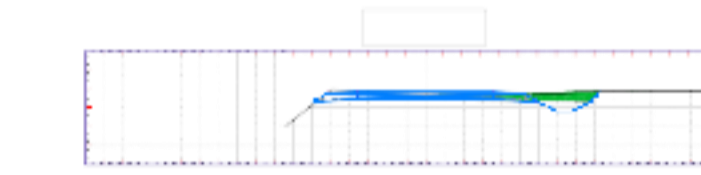
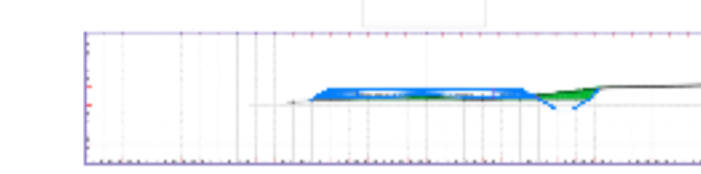
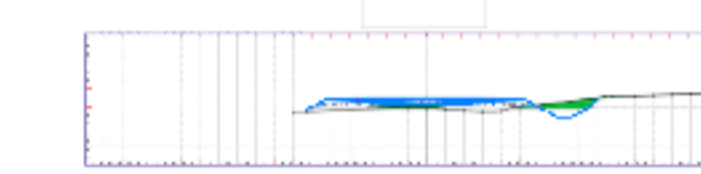
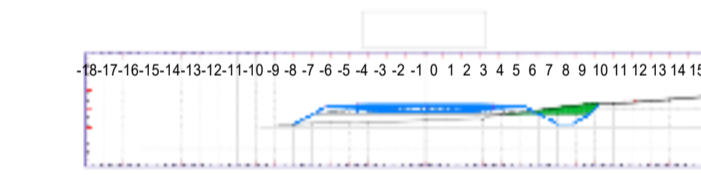
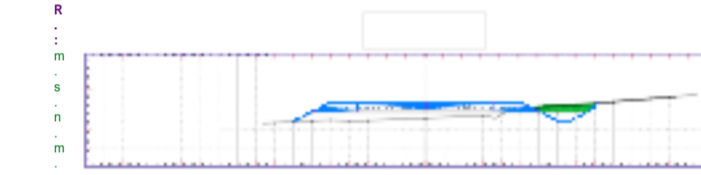
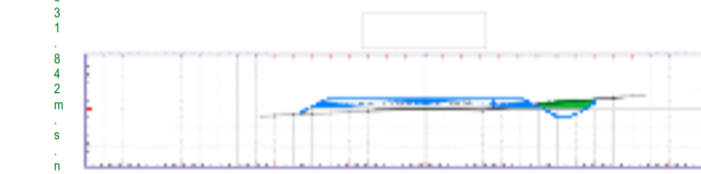
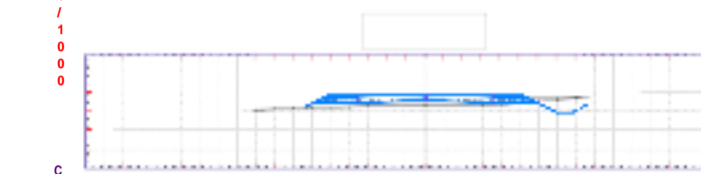
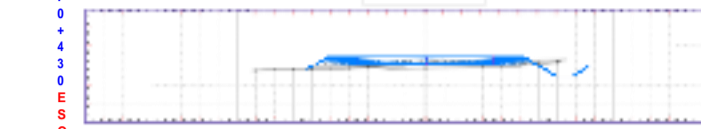
3327
3326
3325
3324
3323
3322
3321



P
R
O
G
R
A
M
A
:
E
S
C
A
L
A
:
1
/
1
0
0
0

C
T
:
3
3
3
1
6
4
2
m
s
:
n
m
C
S
R
:
m
s
:
n
m

3334
3333
3332
3331
3330
3329
3328




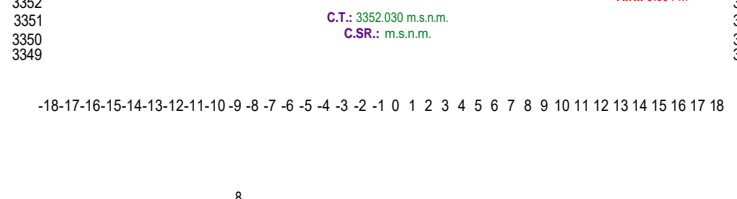
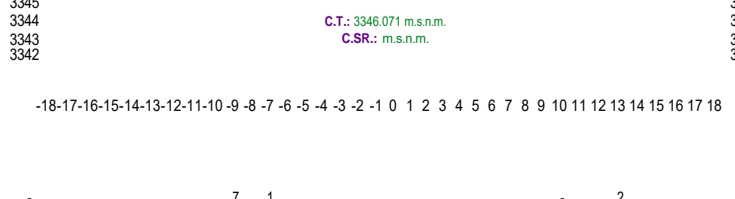
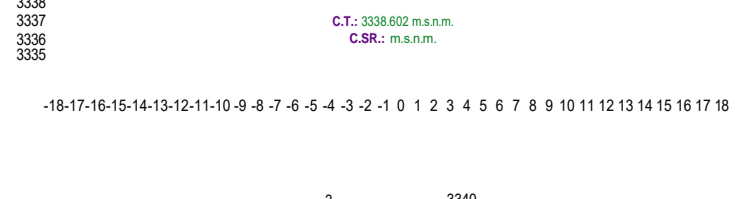
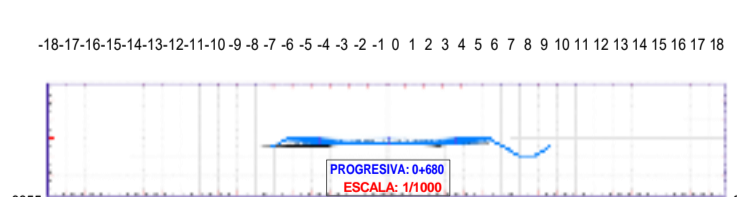
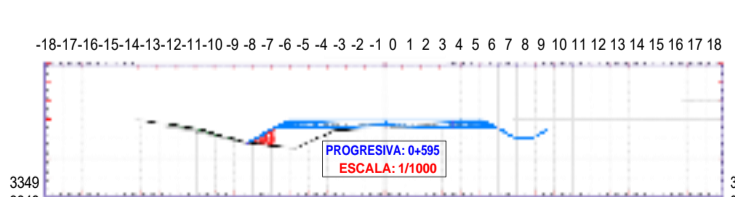
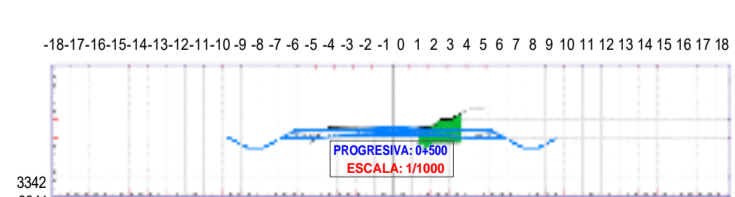
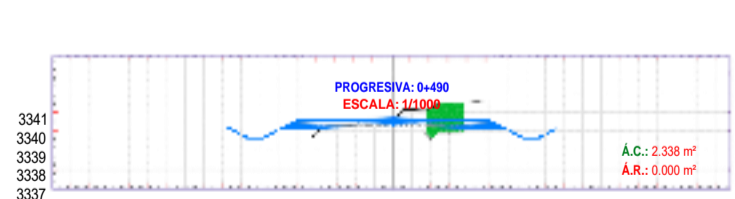
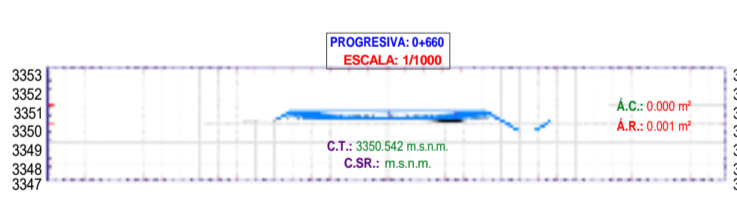
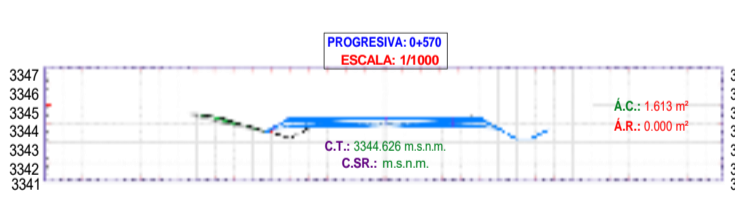
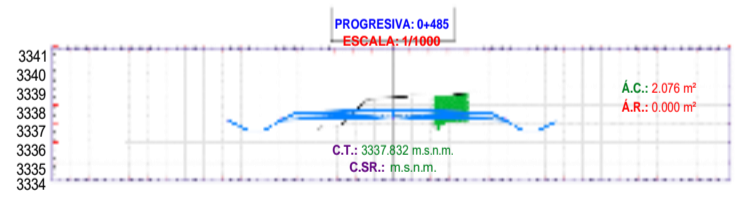
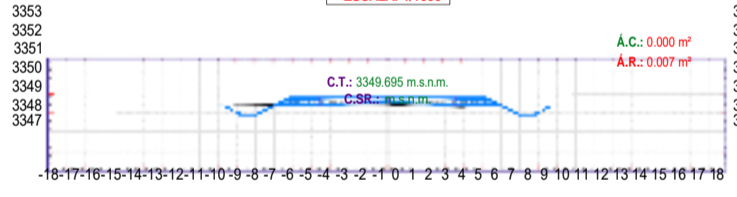
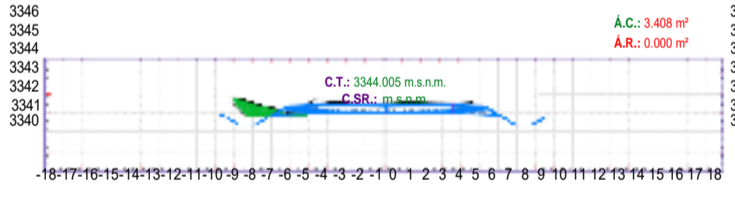
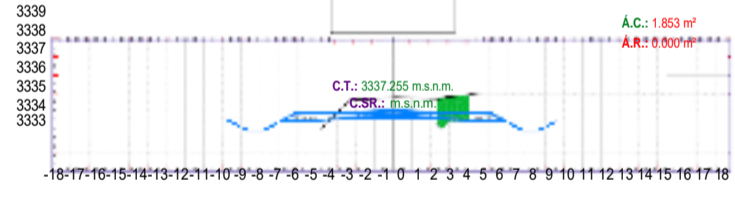
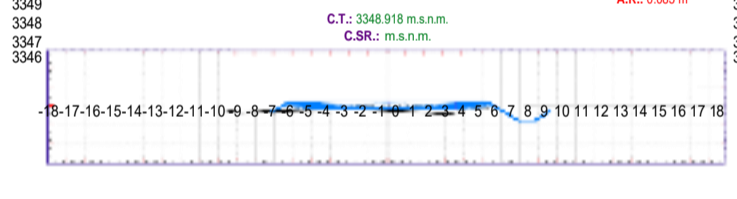
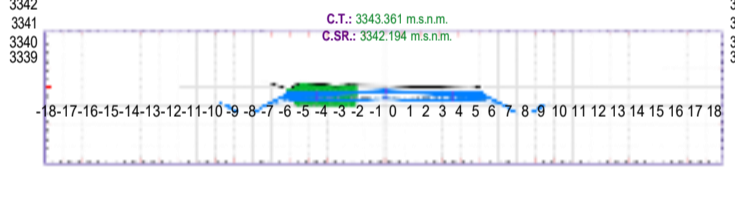
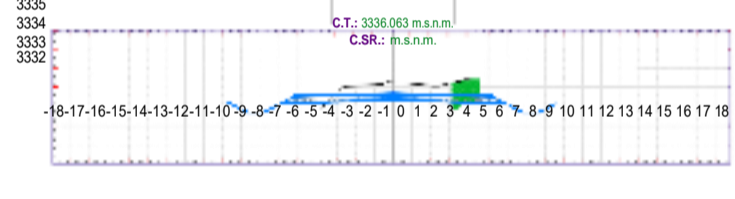
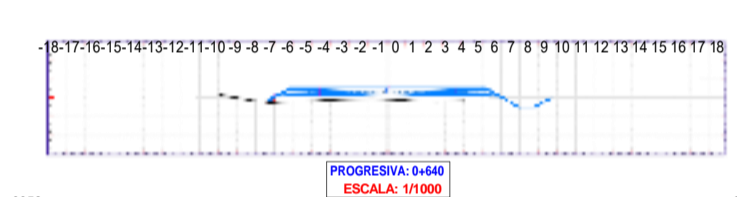
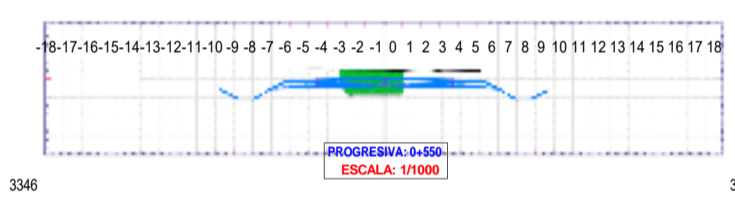
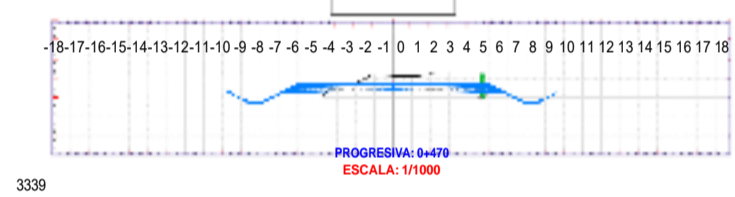
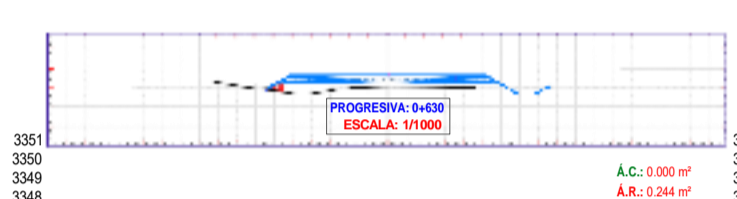
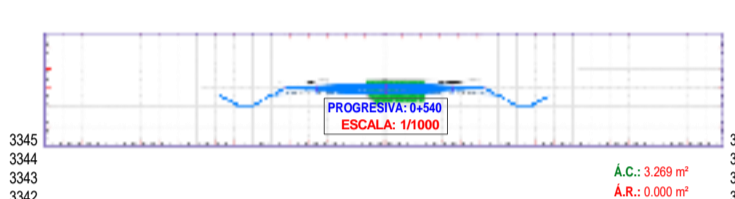
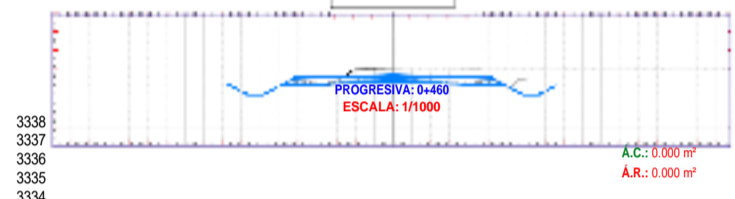
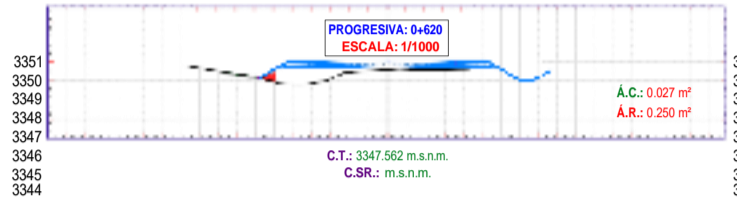
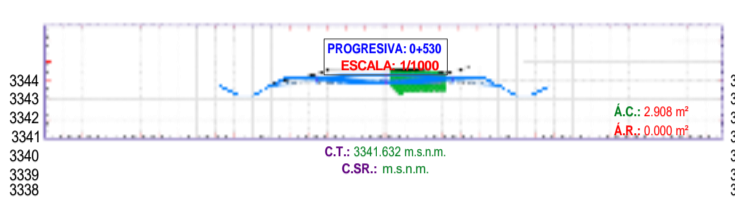
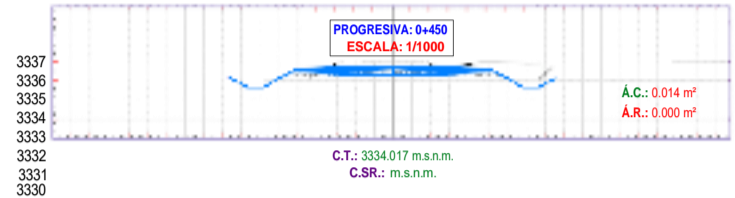
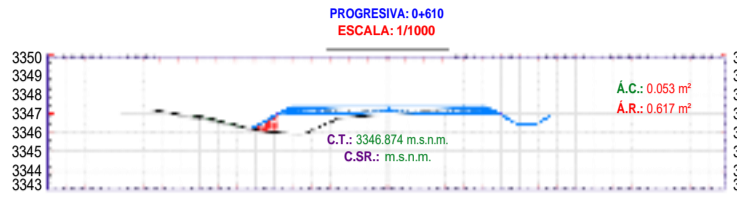
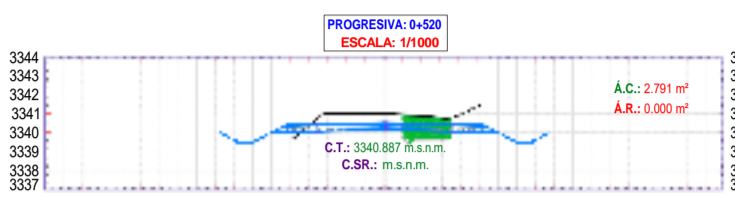
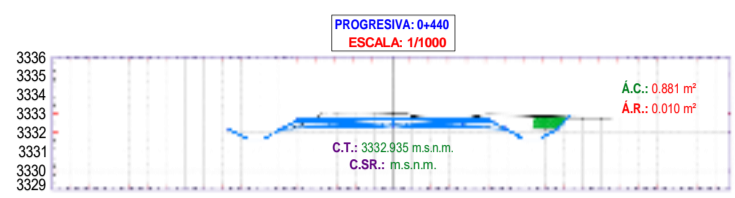
DANIEL CARDENAS

JONATHAN MALDONADO
CARLOS SALINAS

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS
- SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA
2+500 KM. EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.

SECCIONES TRANSVERSALES

	Carrera:	Nº plano:
	INGENIERIA CIVIL	6/18
Utor:	Estudiantes:	Escala:
		1:1000
Proyecto:		Período:
		2021 - 2025
Plano:		

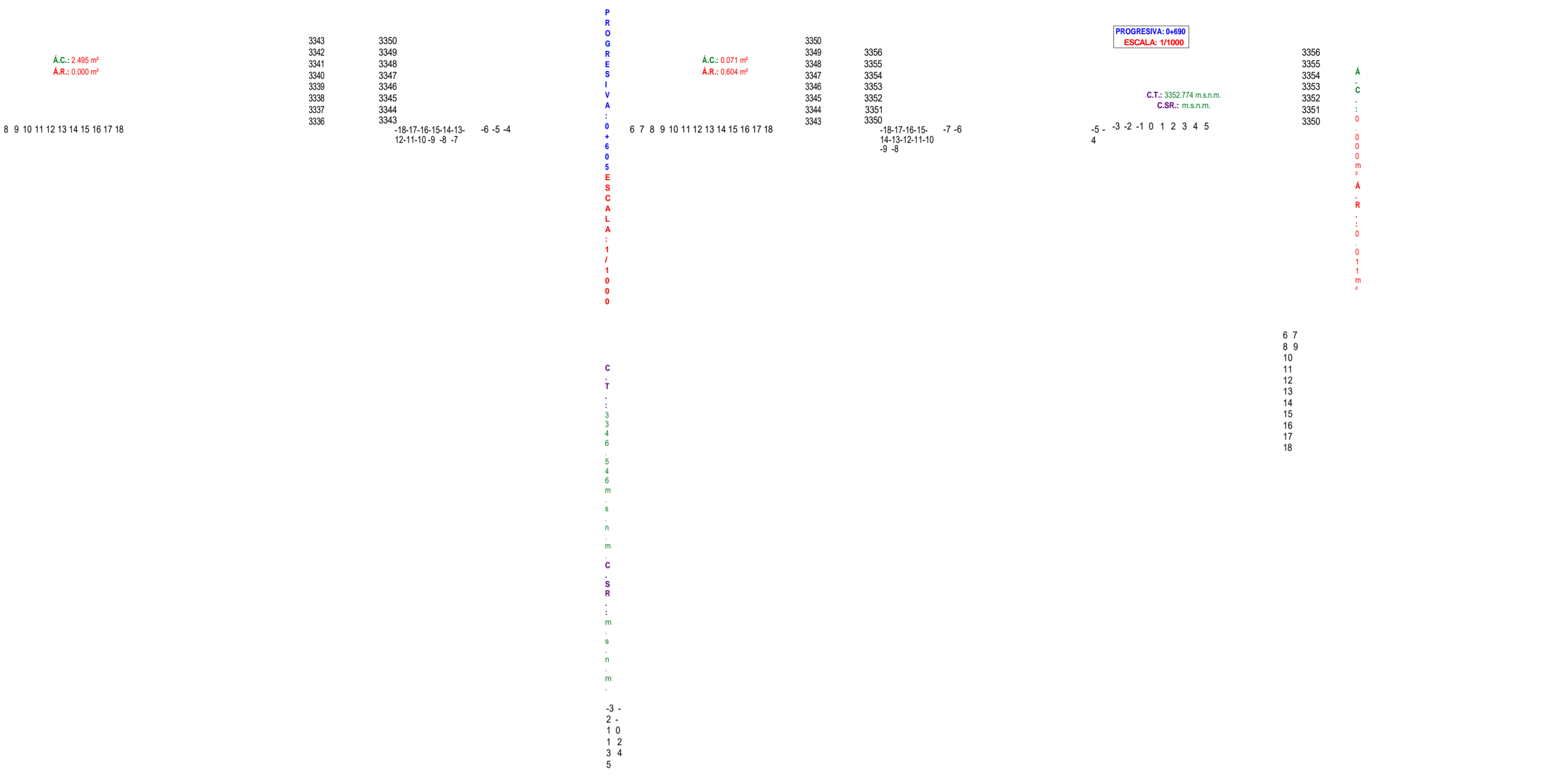


3343	3	3340	-	7	1	-	2	1
3342	4	3338	1	5	-	-	-	5
	1	3337	6	1	3	1	-	-
		3336	1	4	1	-	-	9



Carrera: INGENIERIA CIVIL
 N° plano: 7 / 8
 Estudiantes:
 Escala: 1/1000
 Período: 2020 - 2020

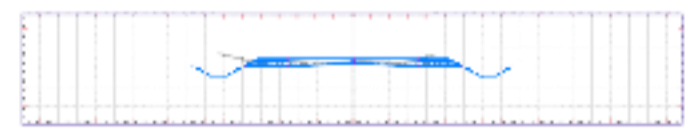
Plano:



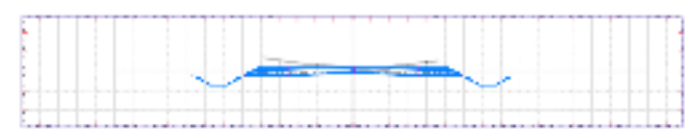
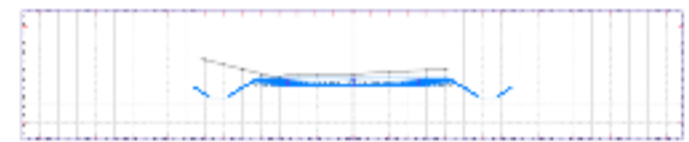
DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		
SECCIONES TRANSVERSALES		

3370
3369
3368
3367
3366
3365
3364
3363
3362

AC: 0.000 m²
AR: 0.000 m²

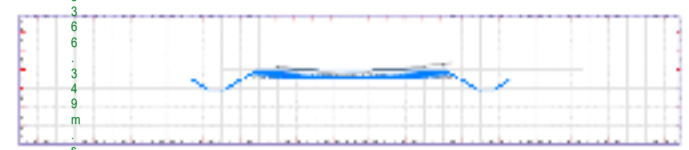


-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

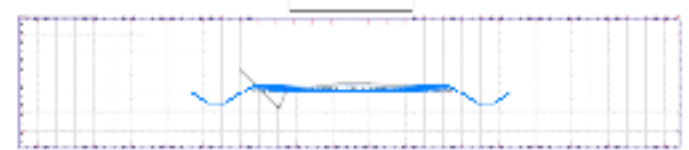
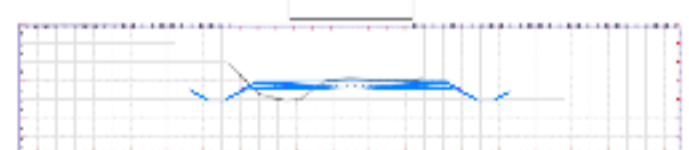
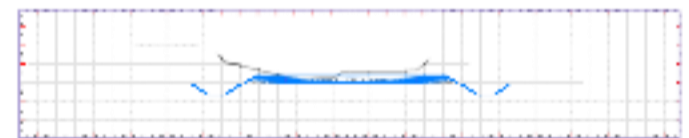
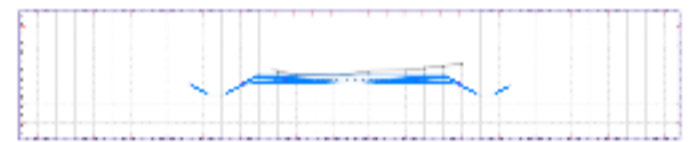


3370
3369
3368
3367
3366
3365
3364
3363
3362

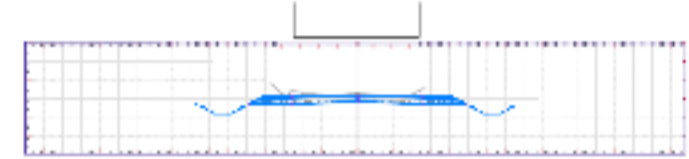
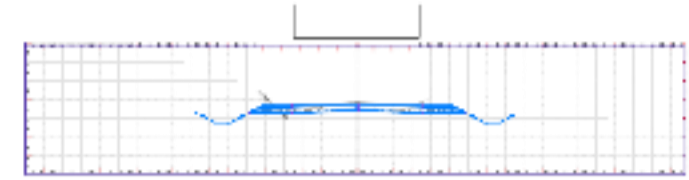
AC: 4.174 m²
AR: 1.730 m²



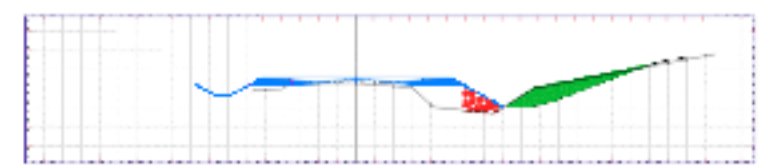
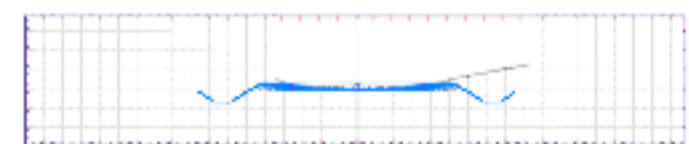
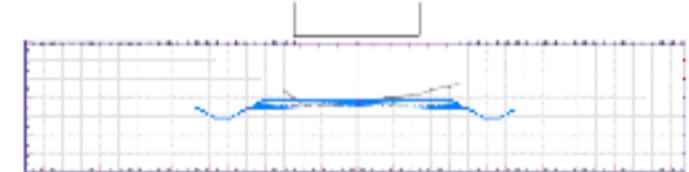
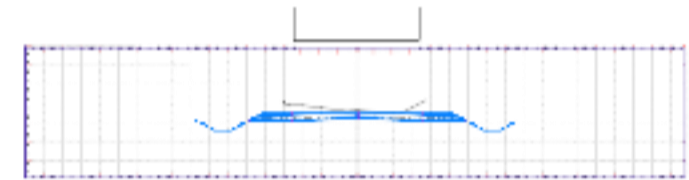
-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



PROGRESIVA: 0+920
ESCALA: 1/1000



-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21



DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.	
SECCIONES TRANSVERSALES	



Utor

Carrera:
INGENIERIA CIVIL

Estudiantes

Nº plano:
8 / 8

Escala:
1:1000

Proyecto

Periodo:
2020 - 2020

Plano:

PROGRESIVA: 0+925
ESCALA: 1/1000

3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366
3365	3365
3364	3364
3363	3363
3362	3362
3361	3361

Á.C.: 3.895 m²
Á.R.: 5.772 m²

C.T.: 3366.528 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

PROGRESIVA: 0+985
ESCALA: 1/1000

3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366

Á.C.: 0.655 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3370.541 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-20-19-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+059
ESCALA: 1/1000

3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370

Á.C.: 2.092 m²
Á.R.: 0.004 m²

C.T.: 3373.244 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+930
ESCALA: 1/1000

3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366
3365	3365
3364	3364
3363	3363
3362	3362
3361	3361

Á.C.: 3.378 m²
Á.R.: 8.560 m²

C.T.: 3368.637 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

PROGRESIVA: 0+990
ESCALA: 1/1000

3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367

Á.C.: 1.150 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3370.756 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-19-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+060
ESCALA: 1/1000

3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370

Á.C.: 1.254 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3373.846 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+945
ESCALA: 1/1000

3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366
3365	3365
3364	3364
3363	3363

Á.C.: 3.313 m²
Á.R.: 2.067 m²

C.T.: 3367.493 m.s.n.m.
C.SR.: 3367.262 m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

PROGRESIVA: 1+000
ESCALA: 1/1000

3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367

Á.C.: 3.709 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3371.083 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+065
ESCALA: 1/1000

3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371

Á.C.: 0.265 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3374.183 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+950
ESCALA: 1/1000

3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366
3365	3365
3364	3364

Á.C.: 7.920 m²
Á.R.: 0.529 m²

C.T.: 3367.868 m.s.n.m.
C.SR.: 3367.564 m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+010
ESCALA: 1/1000

3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368

Á.C.: 6.380 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3371.410 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+070
ESCALA: 1/1000

3378	3378
3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371

Á.C.: 0.194 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3374.538 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+960
ESCALA: 1/1000

3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366
3365	3365

Á.C.: 7.400 m²
Á.R.: 0.009 m²

C.T.: 3368.617 m.s.n.m.
C.SR.: 3368.115 m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+020
ESCALA: 1/1000

3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368

Á.C.: 6.227 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3371.973 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+080
ESCALA: 1/1000

3378	3378
3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371

Á.C.: 0.254 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3375.094 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+970
ESCALA: 1/1000

3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366

Á.C.: 3.869 m²
Á.R.: 0.204 m²

C.T.: 3369.375 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+030
ESCALA: 1/1000

3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369

Á.C.: 3.682 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3372.622 m.s.n.m.
C.SR.: 3372.073 m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+090
ESCALA: 1/1000

3379	3379
3378	3378
3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372

Á.C.: 0.309 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3375.530 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 0+980
ESCALA: 1/1000

3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369
3368	3368
3367	3367
3366	3366

Á.C.: 2.479 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3370.015 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+040
ESCALA: 1/1000

3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372
3371	3371
3370	3370
3369	3369

Á.C.: 0.221 m²
Á.R.: 0.785 m²

C.T.: 3372.694 m.s.n.m.
C.SR.: 3372.856 m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

PROGRESIVA: 1+100
ESCALA: 1/1000

3380	3380
3379	3379
3378	3378
3377	3377
3376	3376
3375	3375
3374	3374
3373	3373
3372	3372

Á.C.: 0.370 m²
Á.R.: 0.000 m²

C.T.: 3375.684 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-19-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

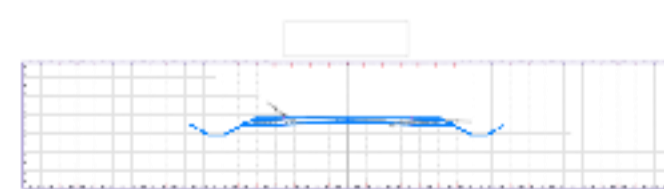
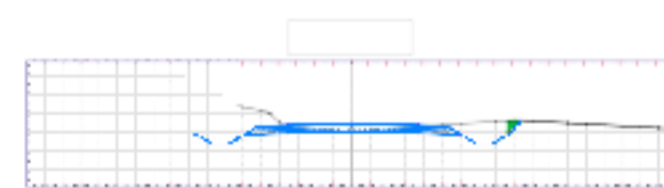
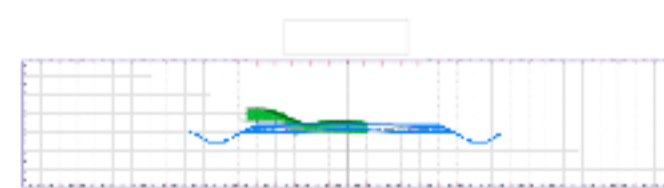
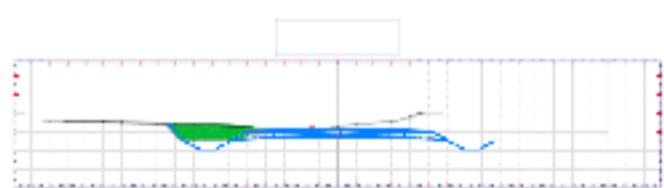
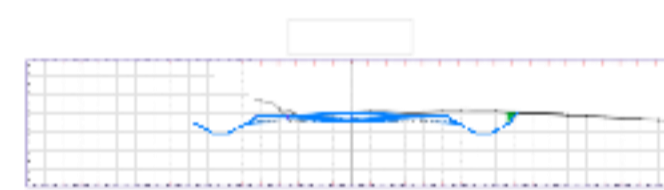
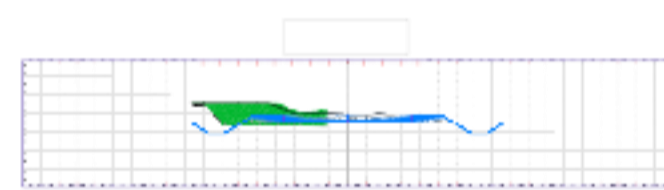
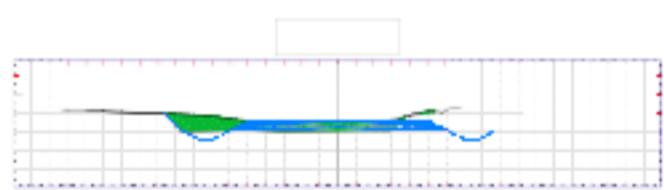
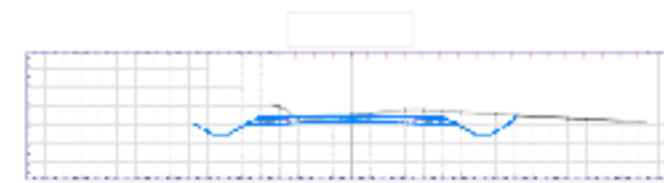
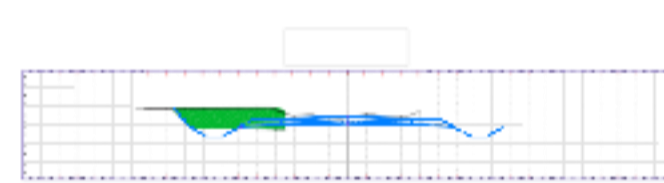
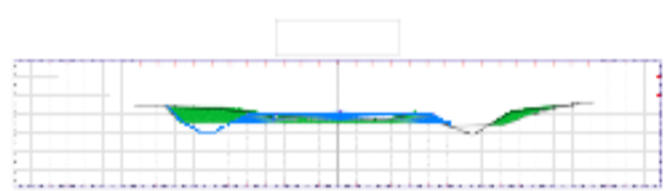
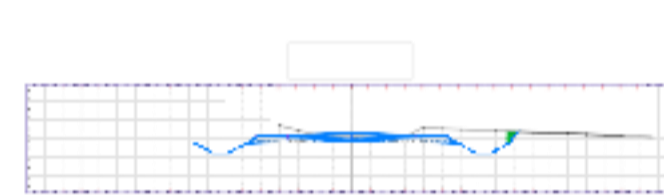
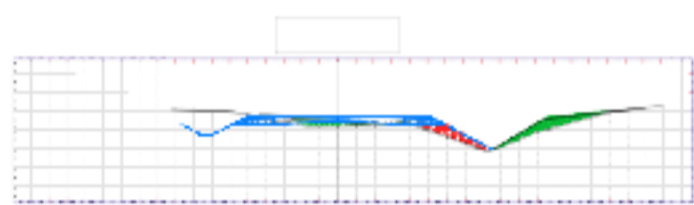
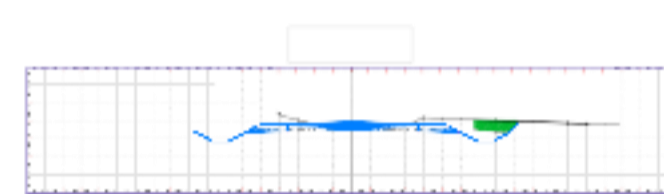
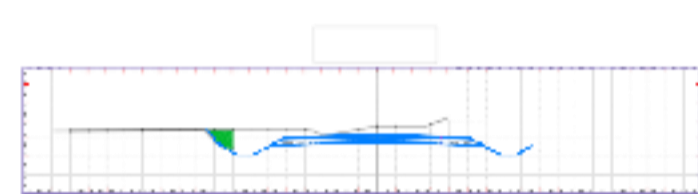
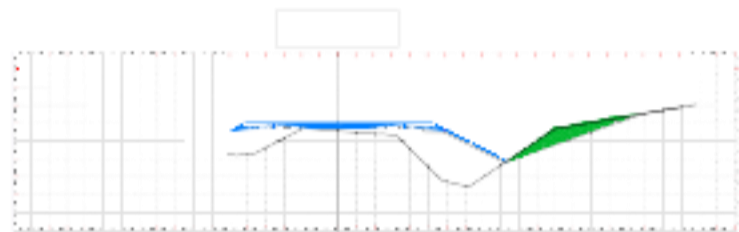
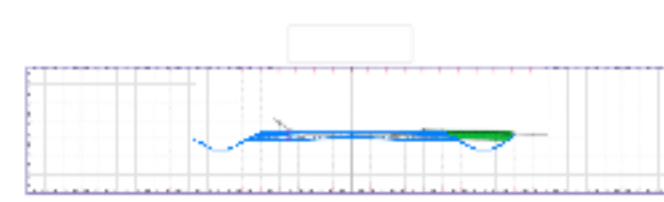
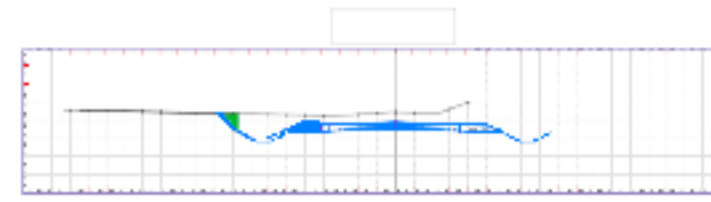
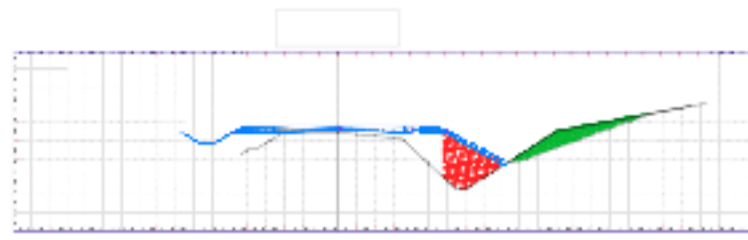
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18


DANIEL CARDENAS

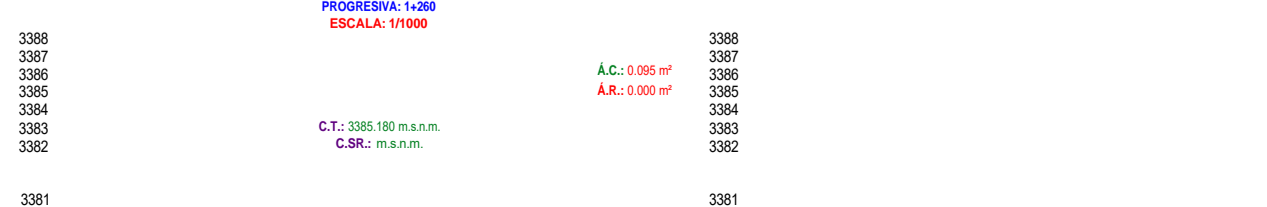
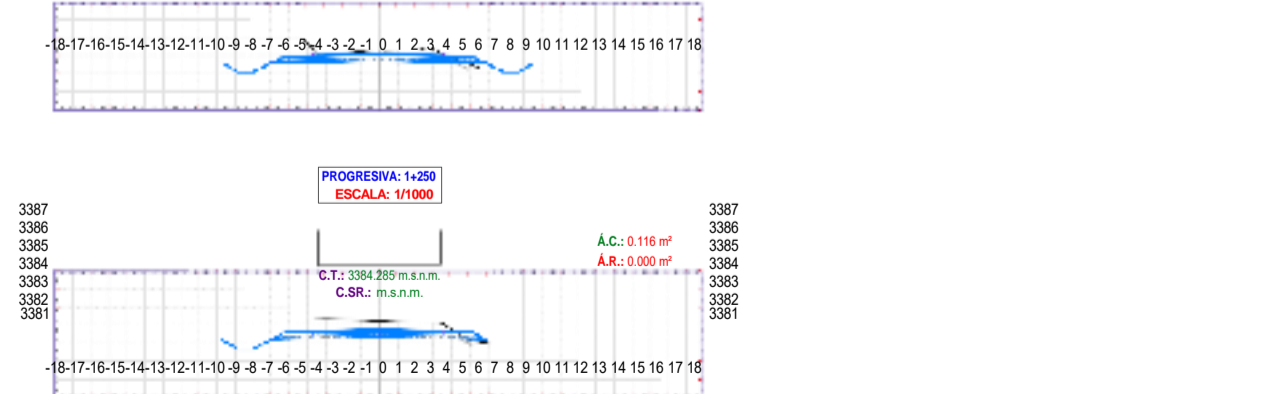
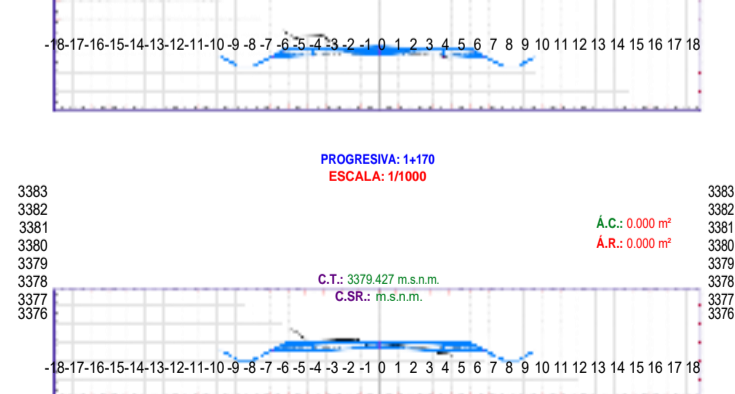
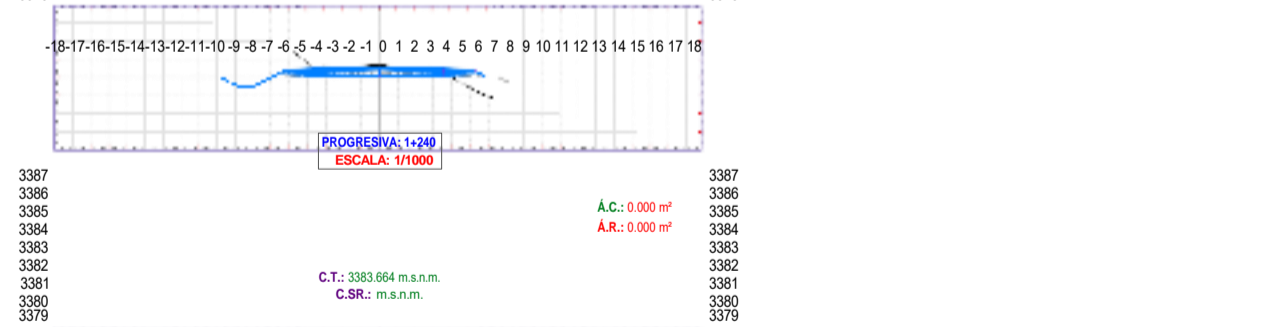
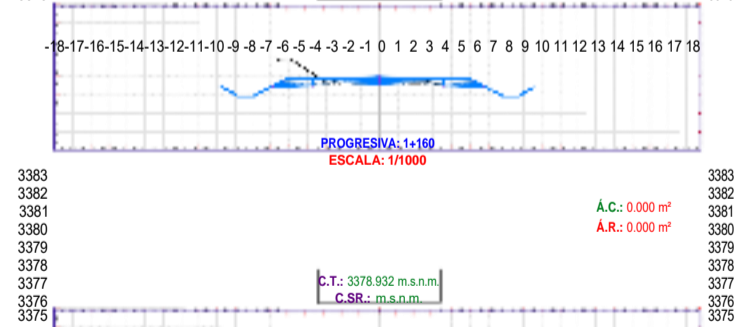
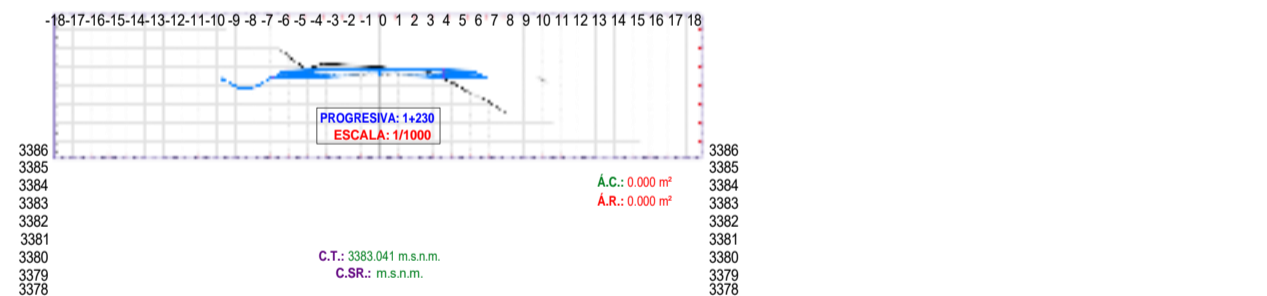
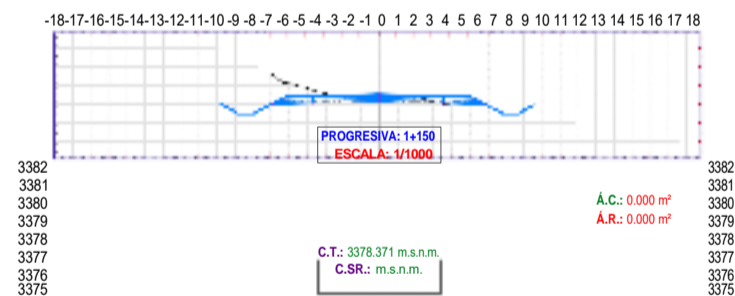
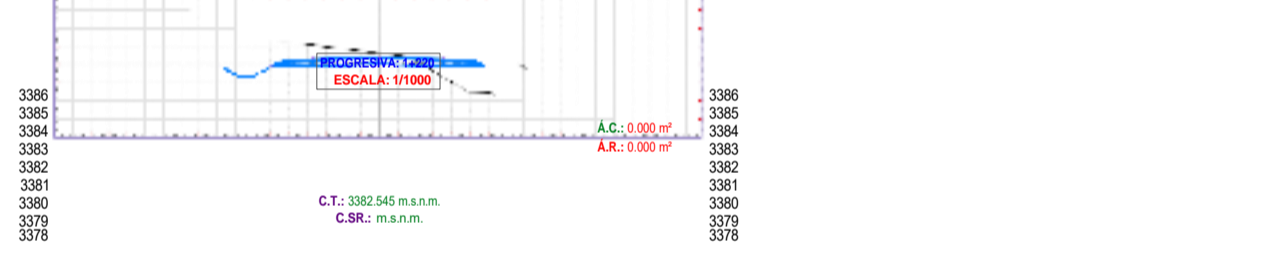
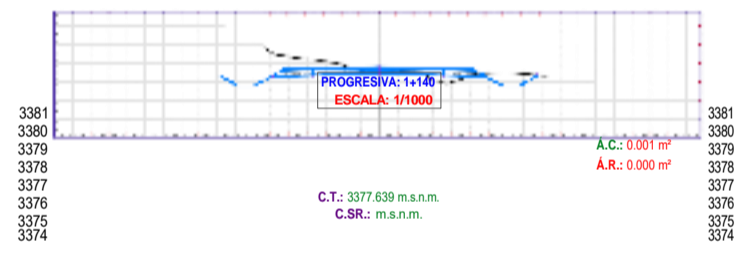
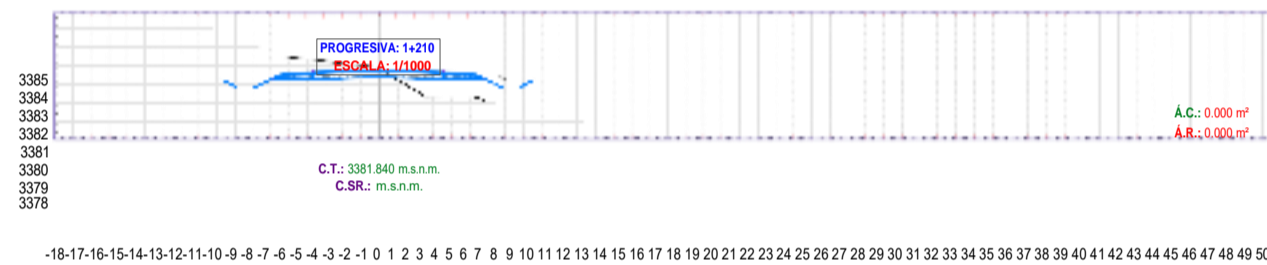
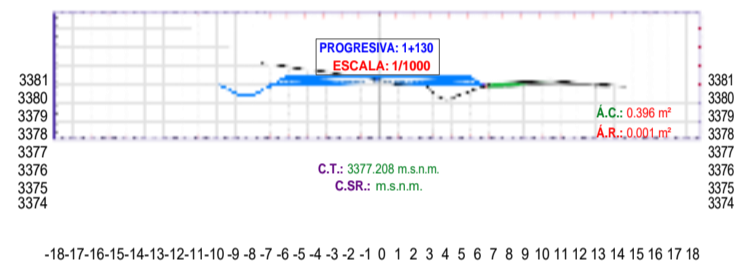
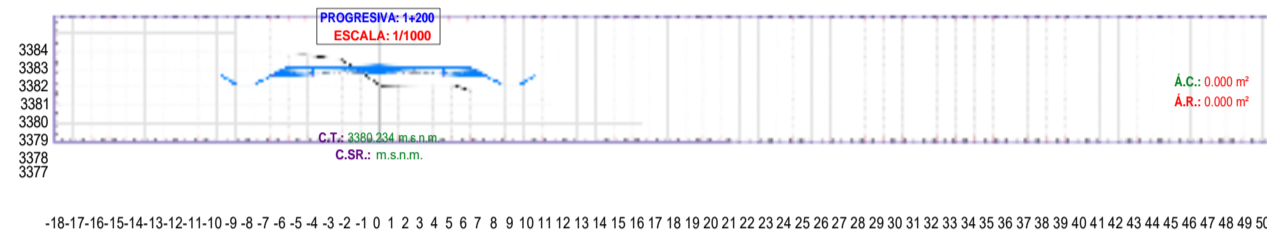
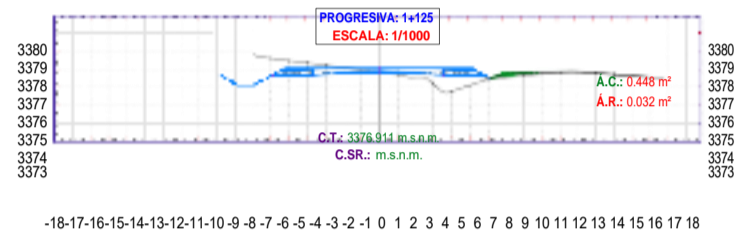
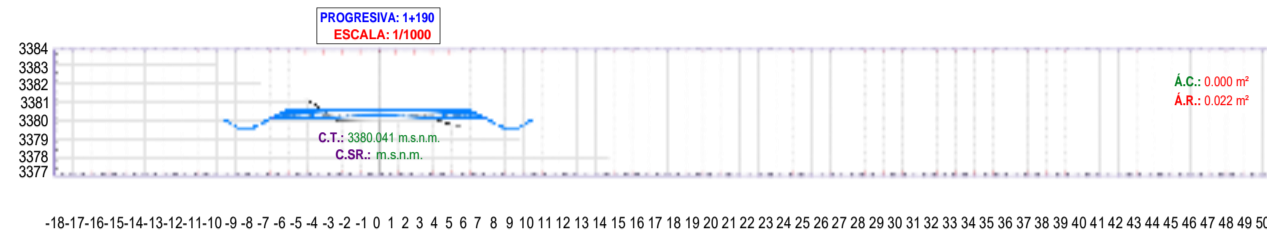
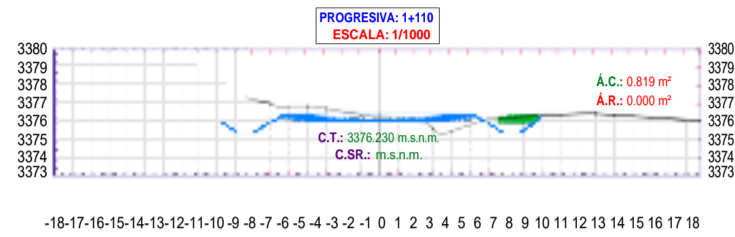
JONATHAN MALDONADO
CARLOS SALINAS

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS
- SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA
2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.

SECCIONES TRANSVERSALES

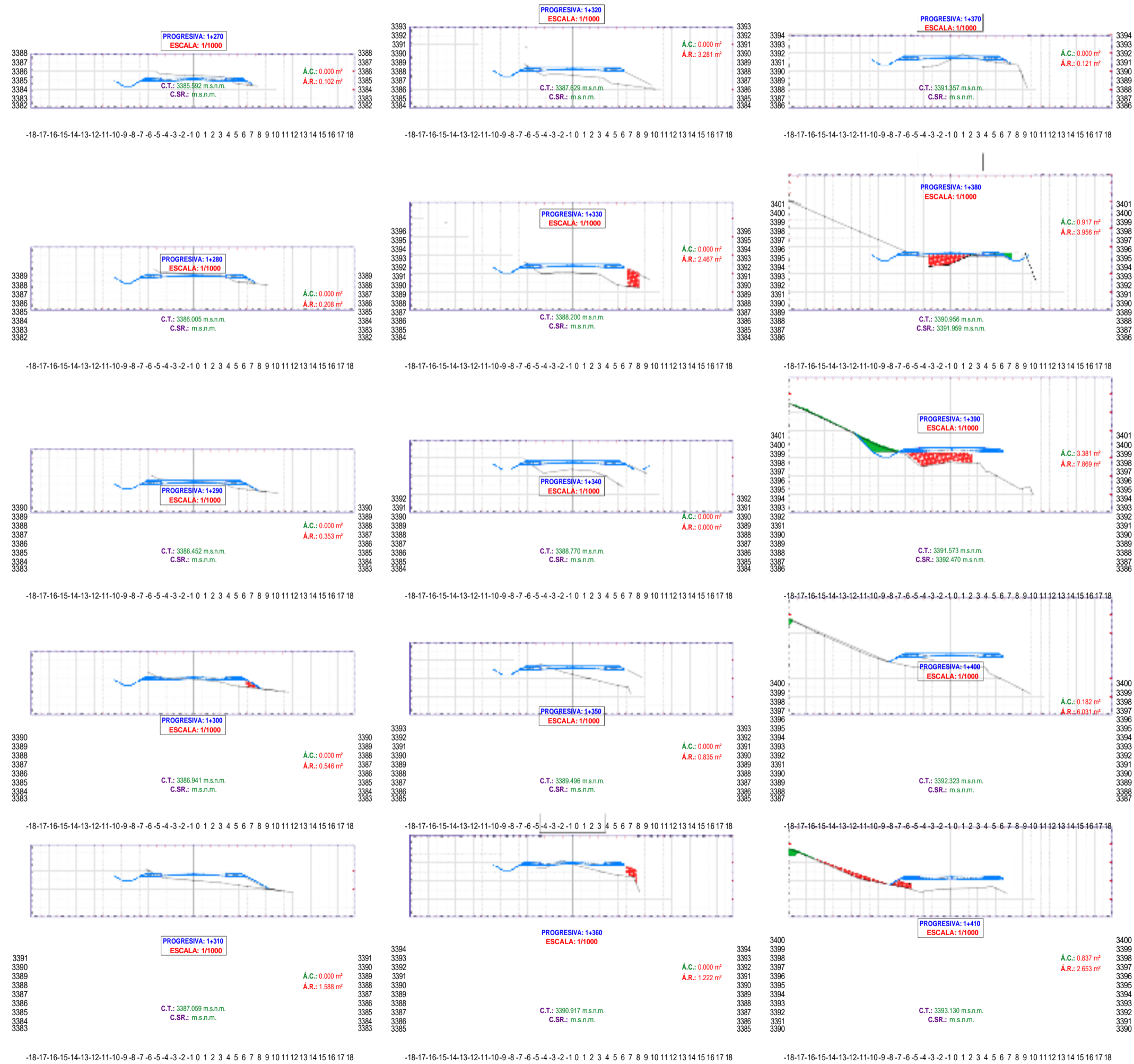


	Carrera:	Nº plano:
	INGENIERIA CIVIL	9/18
Utor:	Estudiantes:	Escala:
		1:1000
Proyecto:		Período:
		2021 - 2025
Plano:		



Carrera: INGENIERÍA CIVIL
 Estudiantes: JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS
 N° plano: 10/8
 Escala: 1/1000

Proyecto:		Período:	2020 - 2020
Plano:	DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS			



Carrera: INGENIERÍA CIVIL
 N° plano: 11/18
 Estudiantes: DANIEL CARDENAS, JONATHAN MALDONADO, CARLOS SALINAS
 Fecha: 2021 - 2020
 Escala: 1:1000

Proyecto:		Fecha:	2021 - 2020
Plano:	DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.	
SECCIONES TRANSVERSALES	

3398 3397 3396 3395 3394 3393 3392 3391	PROGRESIVA: 1+415 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3393.655 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3401	PROGRESIVA: 1+440 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3396.289 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3401	PROGRESIVA: 1+490 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3400.169 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3406
		3400		3400		3405
		3399		3399		3404
		3398		3398		3403
		3397		3397		3402
		3396		3396		3401
		3395		3395		3400
		3394		3394		3399
		3393		3393		3398
		3392		3392		3397

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3400 3399 3398 3397 3396 3395 3394 3393 3392	PROGRESIVA: 1+420 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3394.237 m.s.n.m. C.SR.: 3394.241 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+450 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3399.629 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+500 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3400.954 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3406
		3405		3405		3405
		3404		3404		3404
		3403		3403		3403
		3402		3402		3402
		3401		3401		3401
		3400		3400		3400
		3399		3399		3399
		3398		3398		3398
		3397		3397		3397

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3399 3398 3397 3396 3395 3394 3393 3392	PROGRESIVA: 1+425 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3394.683 m.s.n.m. C.SR.: 3395.101 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+460 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3399.675 m.s.n.m. C.SR.: 3399.069 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+510 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3401.775 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3406
		3405		3405		3405
		3404		3404		3404
		3403		3403		3403
		3402		3402		3402
		3401		3401		3401
		3400		3400		3400
		3399		3399		3399
		3398		3398		3398
		3397		3397		3397

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3399 3398 3397 3396 3395 3394 3393 3392	PROGRESIVA: 1+430 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3394.907 m.s.n.m. C.SR.: 3395.813 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+470 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3398.709 m.s.n.m. C.SR.: 3399.791 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+520 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3402.996 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3407
		3405		3405		3406
		3404		3404		3405
		3403		3403		3404
		3402		3402		3403
		3401		3401		3402
		3400		3400		3401
		3399		3399		3399
		3398		3398		3398
		3397		3397		3397

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

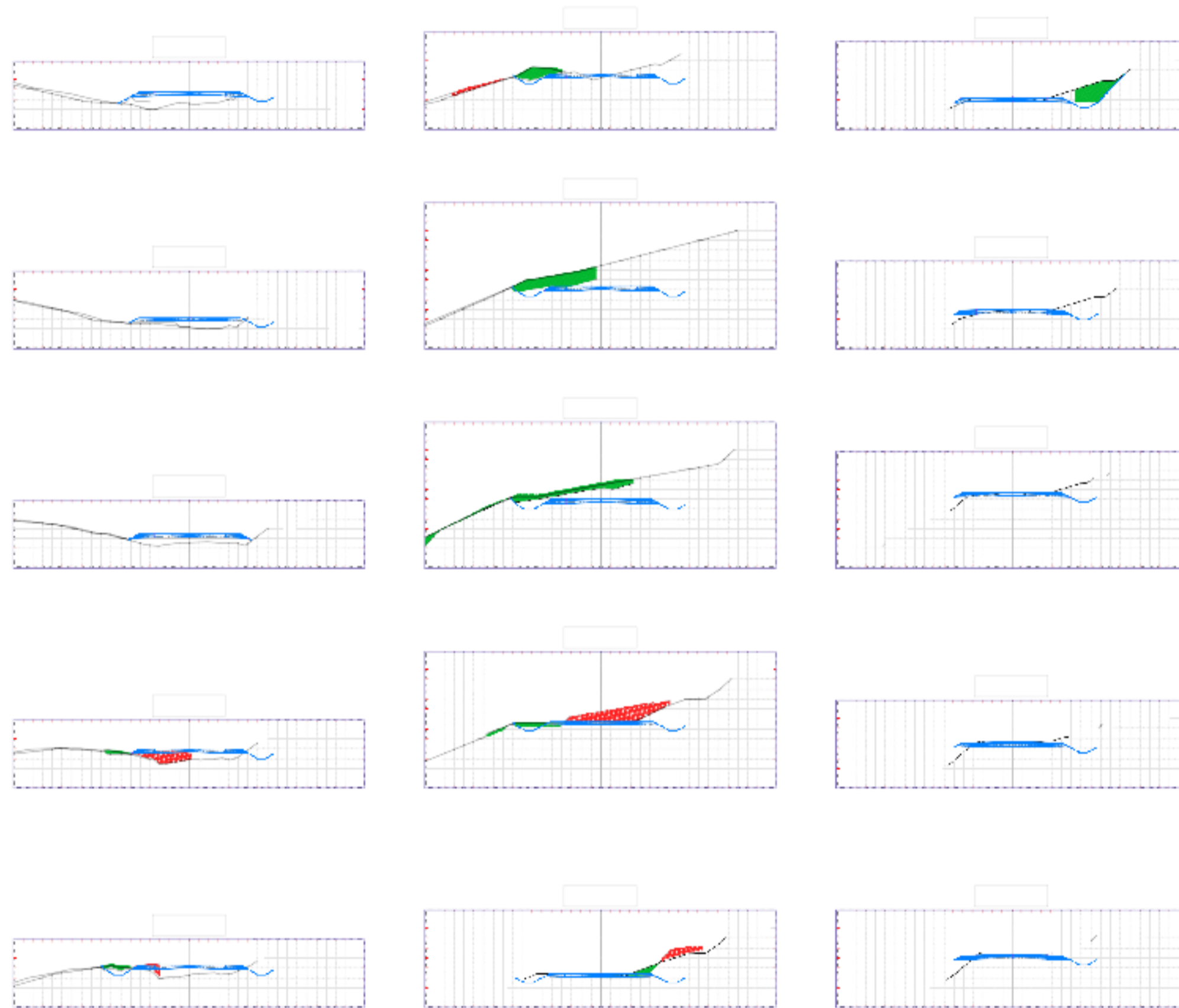
3399 3398 3397 3396 3395 3394 3393 3392	PROGRESIVA: 1+435 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3395.537 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+480 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3399.438 m.s.n.m. C.SR.: 3399.086 m.s.n.m.	3406	PROGRESIVA: 1+530 ESCALA: 1/1000 C.T.: 3403.422 m.s.n.m. C.SR.: m.s.n.m.	3408
		3405		3405		3407
		3404		3404		3406
		3403		3403		3405
		3402		3402		3404
		3401		3401		3403
		3400		3400		3402
		3399		3399		3401
		3398		3398		3400
		3397		3397		3399


-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

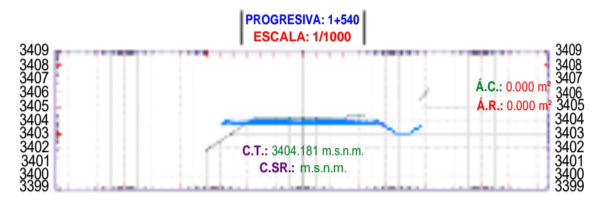
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

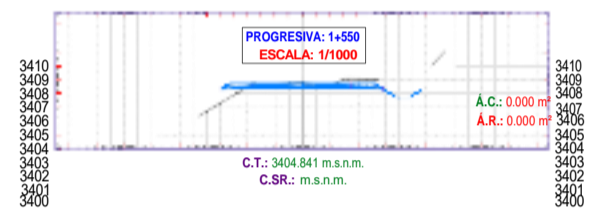
SECCIONES TRANSVERSALES



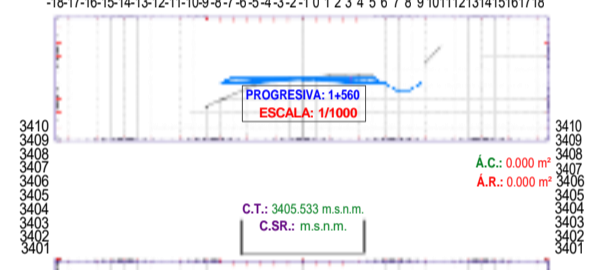
	Carrera: INGENIERÍA CIVIL	N° plano: 17 / 8
Autor:	Estudiantes:	Escala: 1:1000
Proyecto:		Período: 2021 - 2026
Plano:		



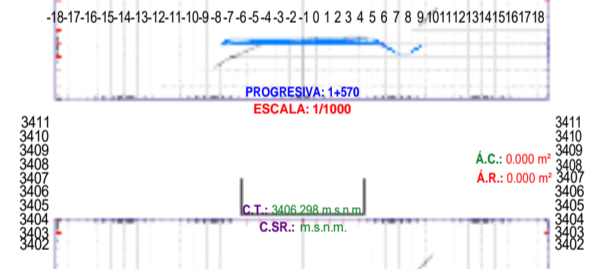
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



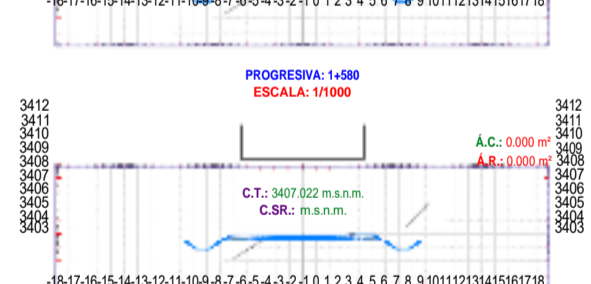
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



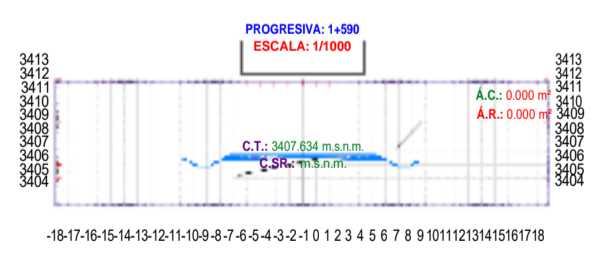
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



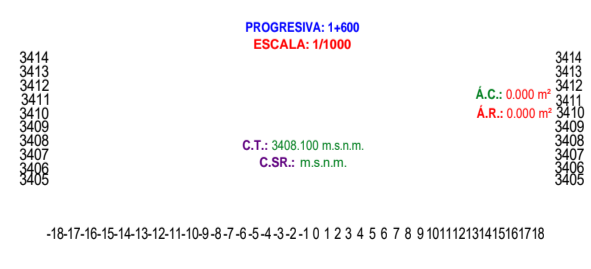
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



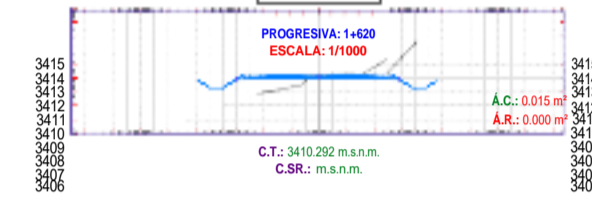
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



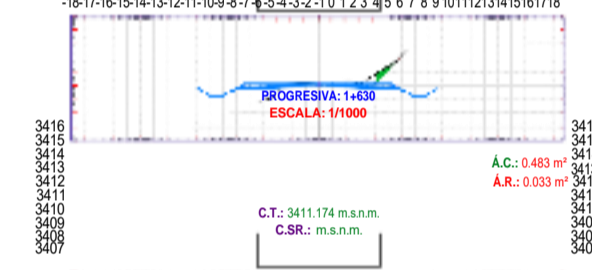
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



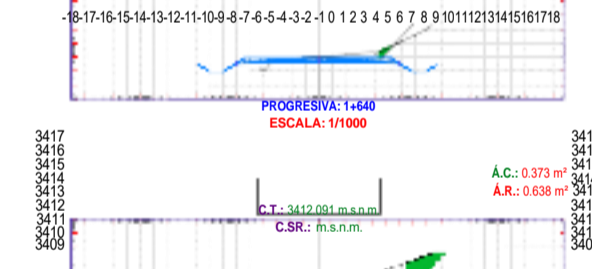
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



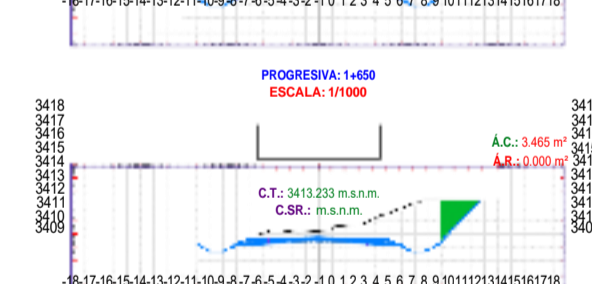
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



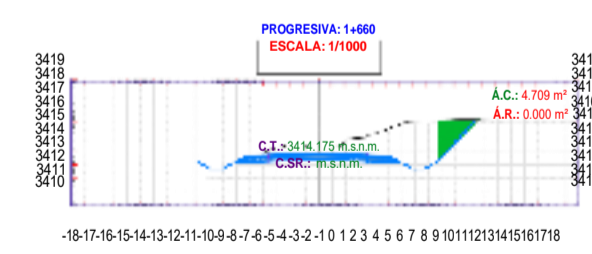
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



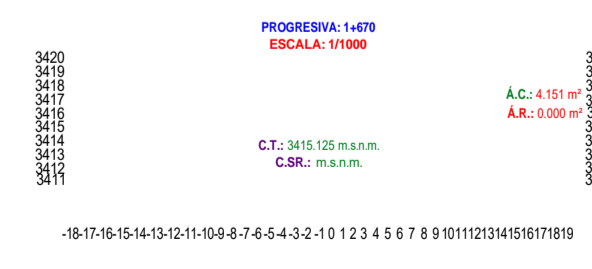
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



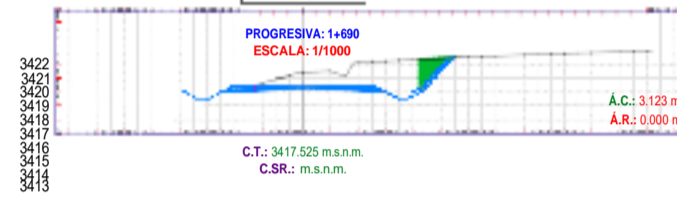
-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23



-18-17-16-15-14-13-12-11-10-9-8-7-6-5-4-3-2-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27



UTCP

Carrera: INGENIERIA CIVIL

Estadísticas

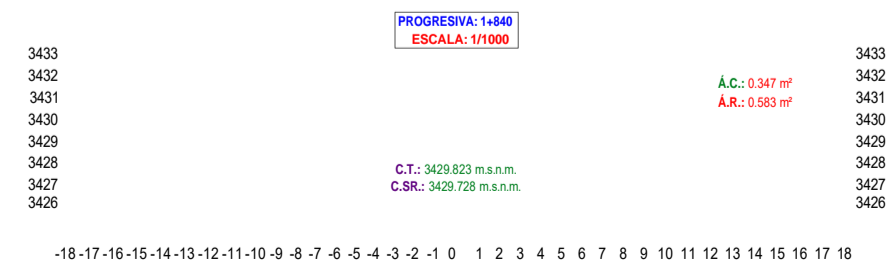
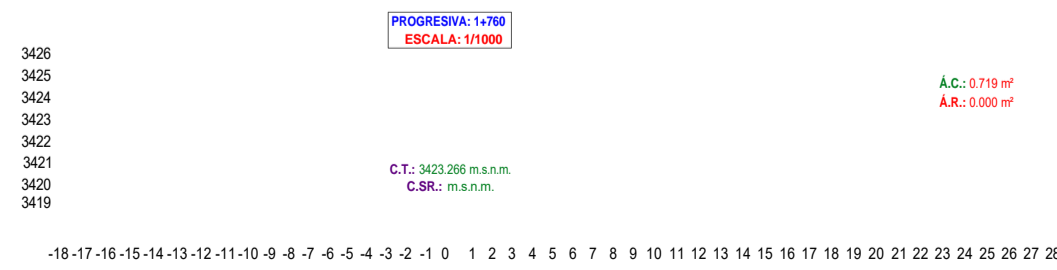
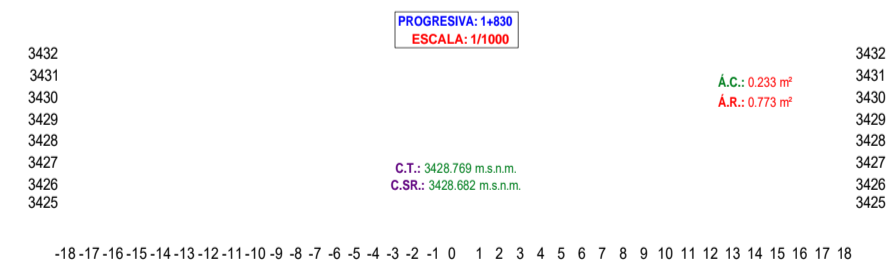
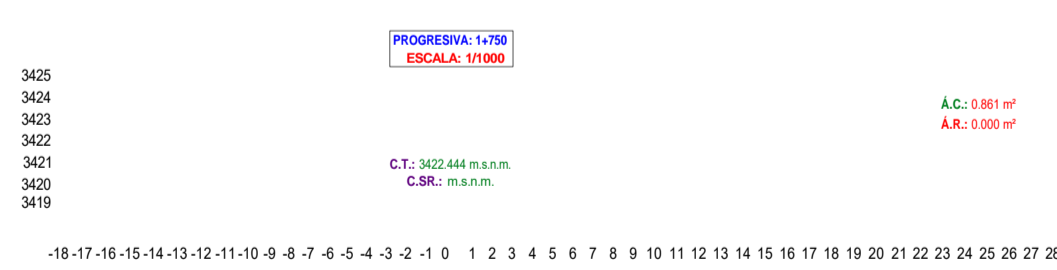
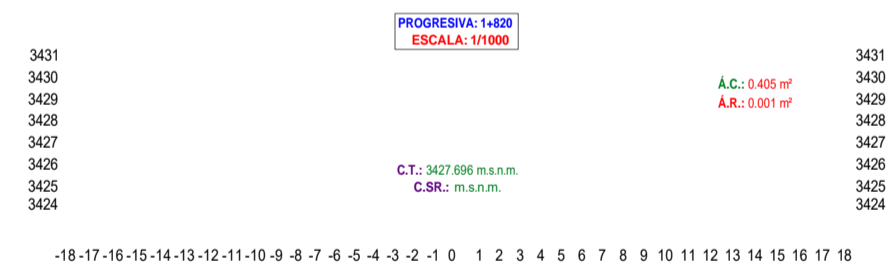
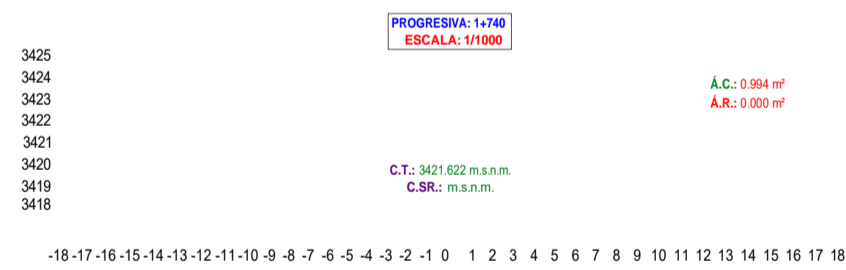
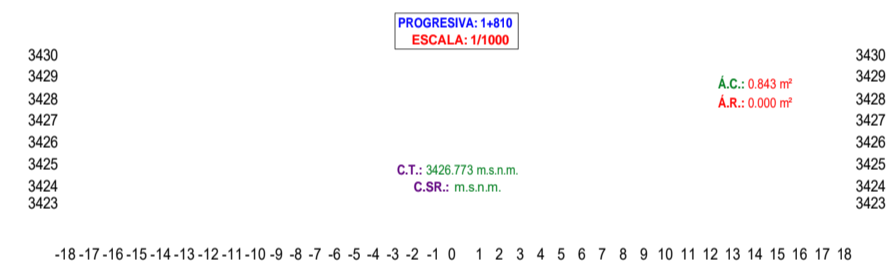
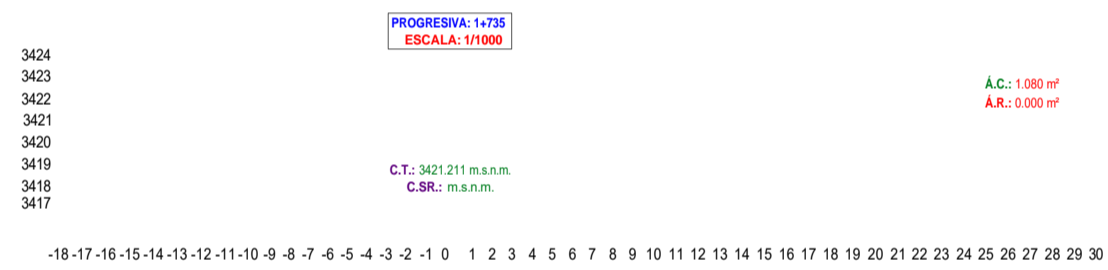
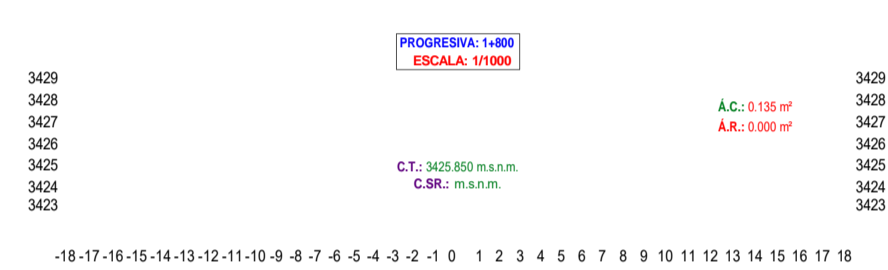
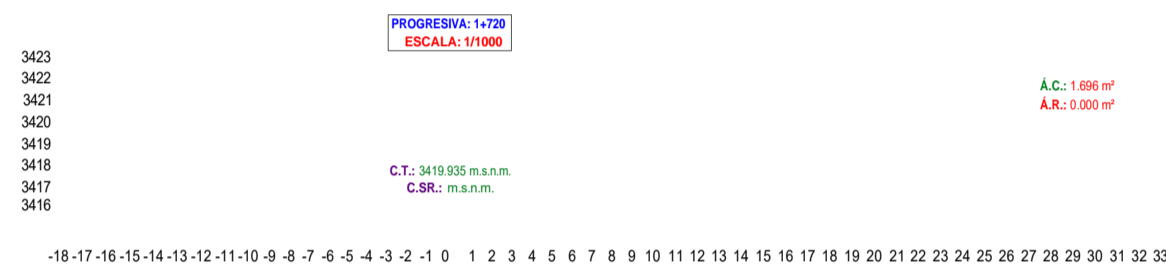
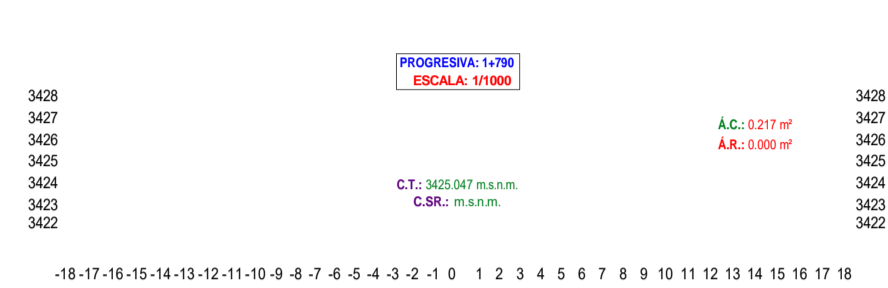
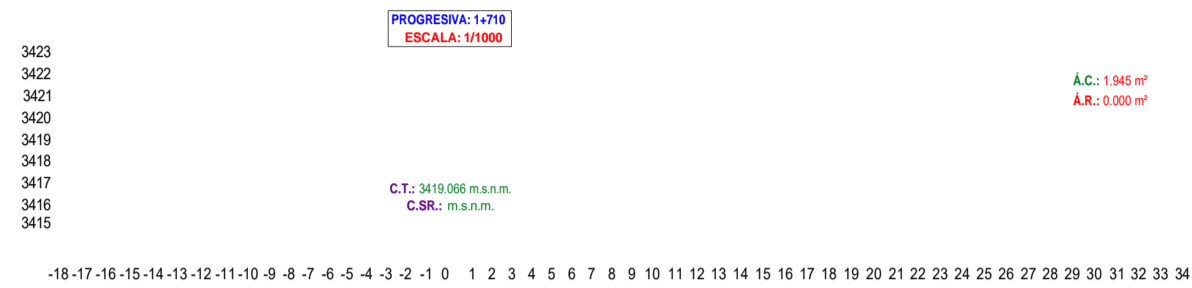
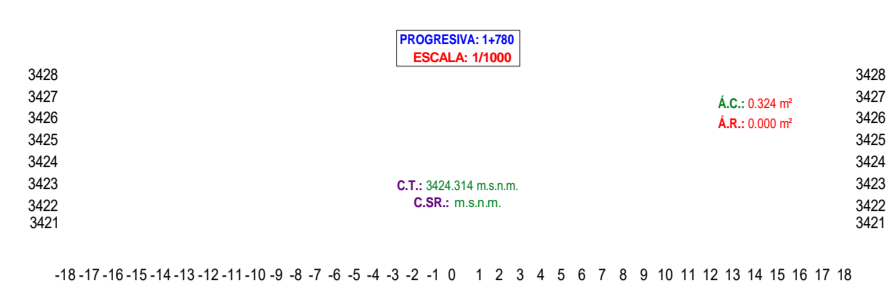
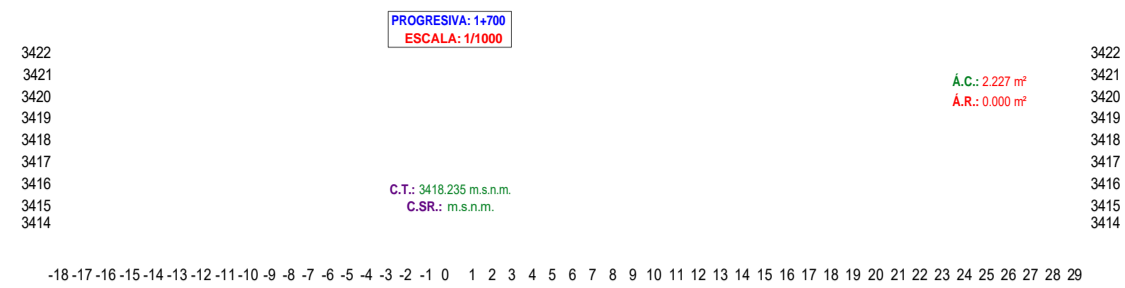
Nº plano: 13/8

Escala: 1:1000

Período:

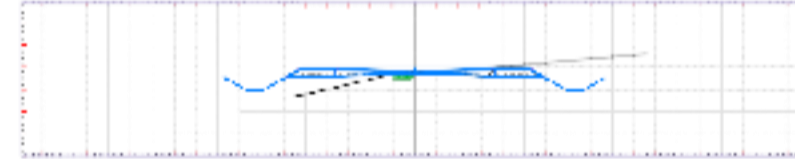
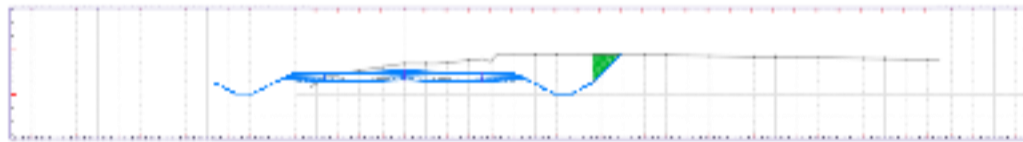
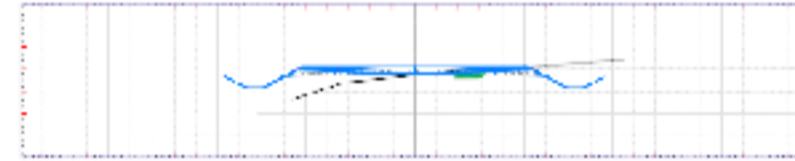
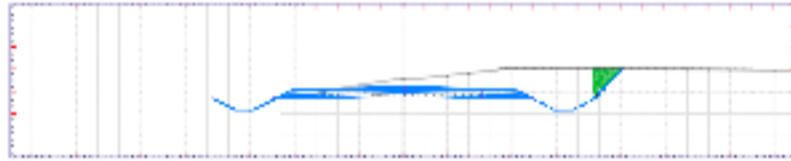
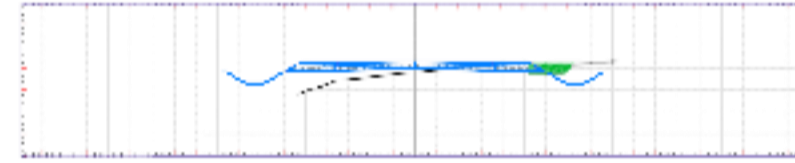
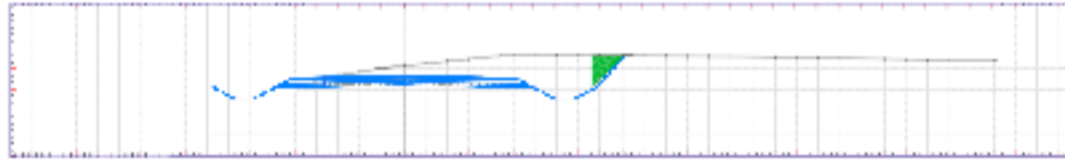
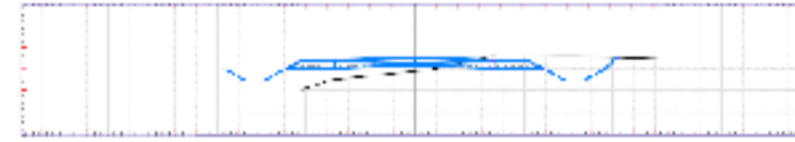
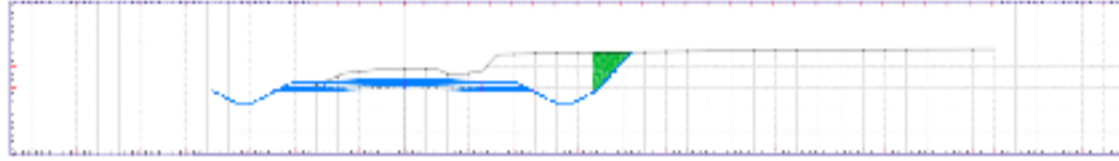
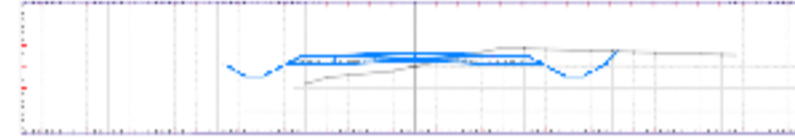
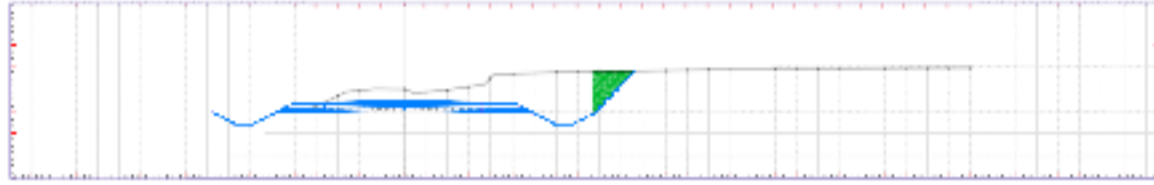
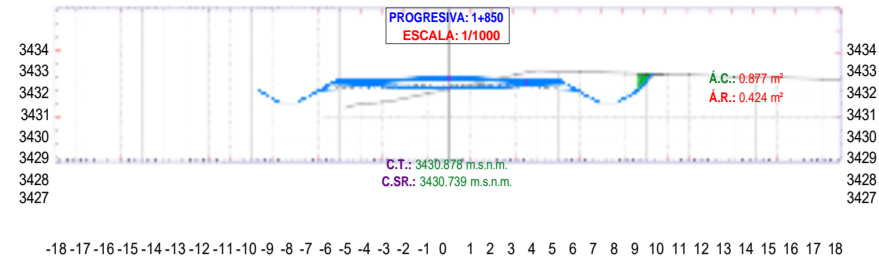
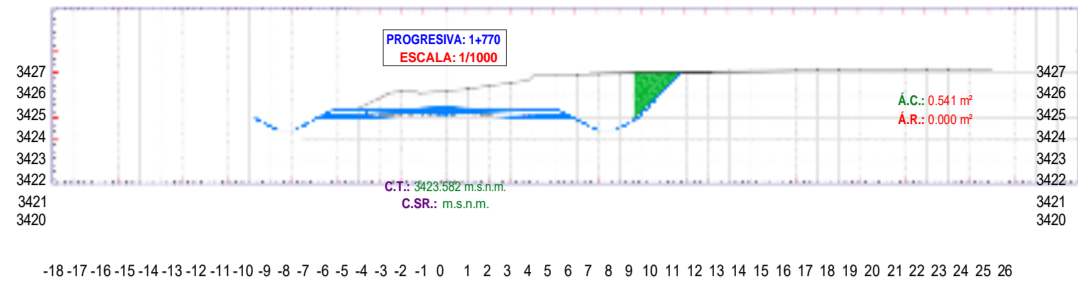
Propeda:		2021 - 2025
Plano:	DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.



DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS
- SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA
2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.



Utor:

Proyecto:

Plano:

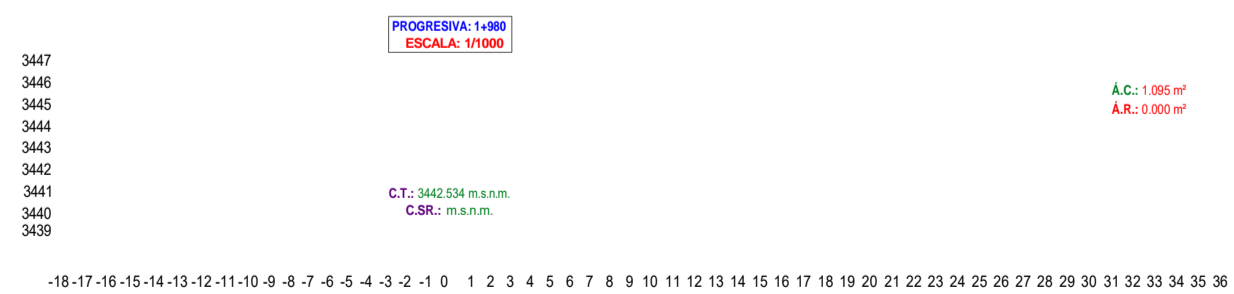
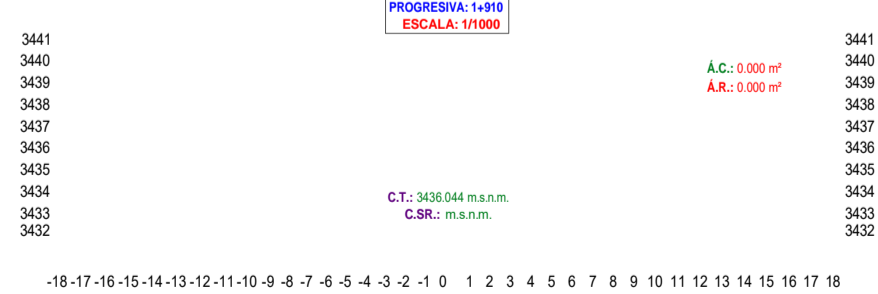
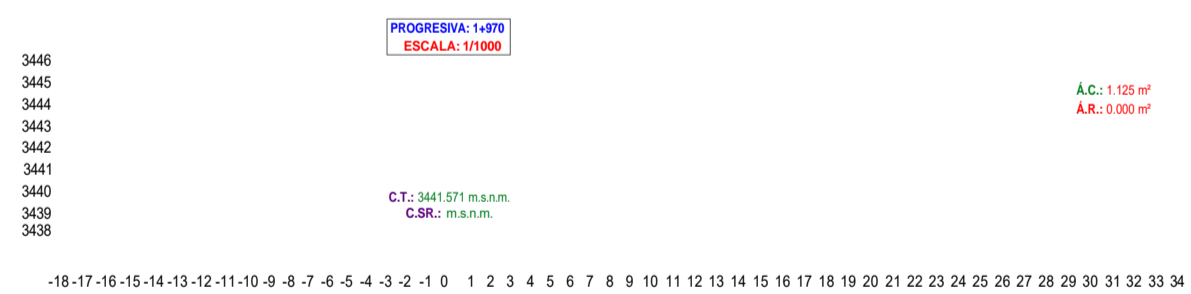
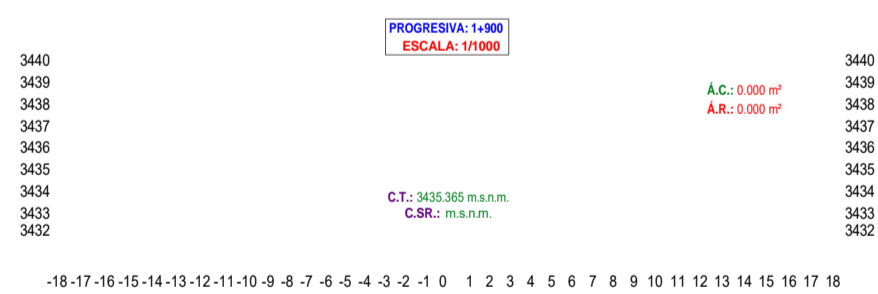
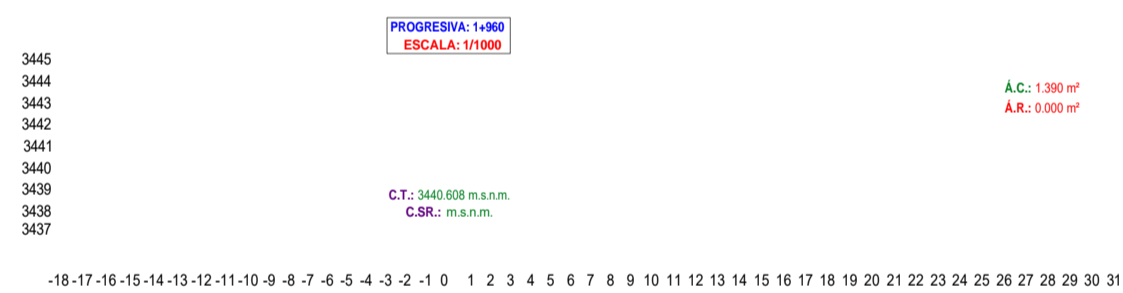
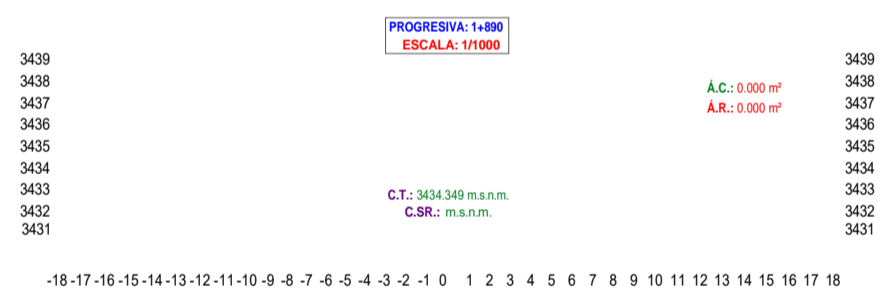
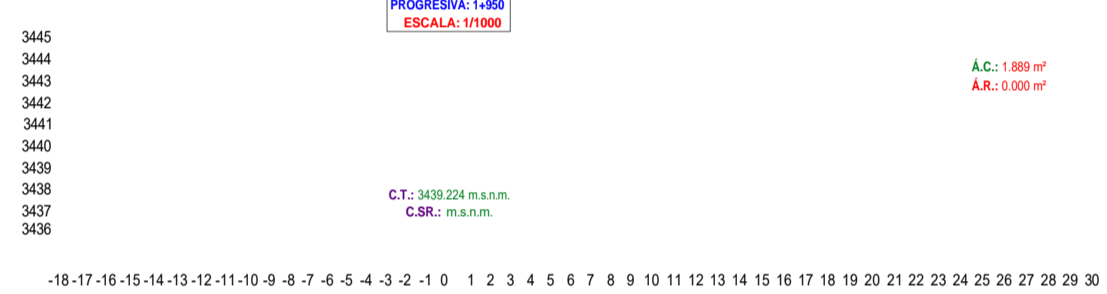
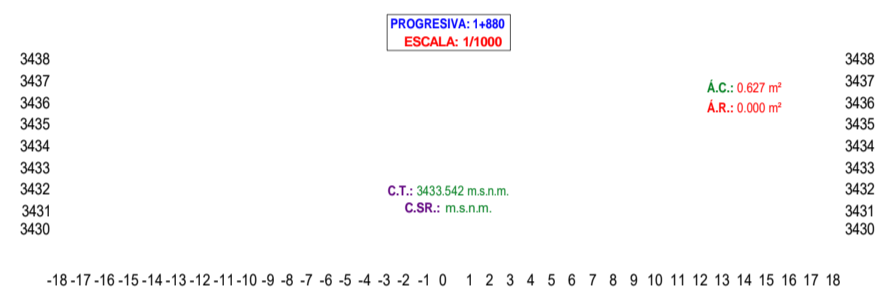
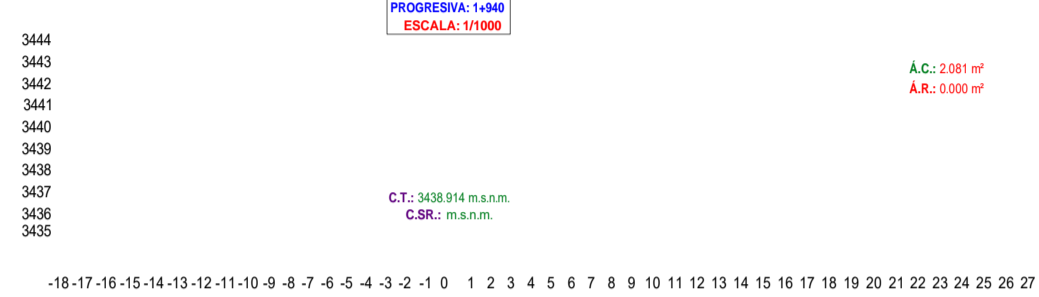
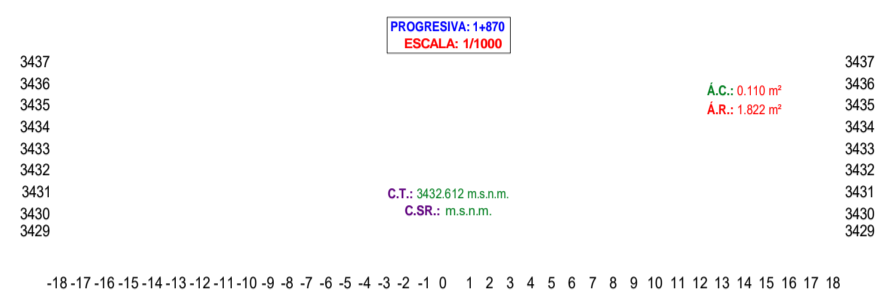
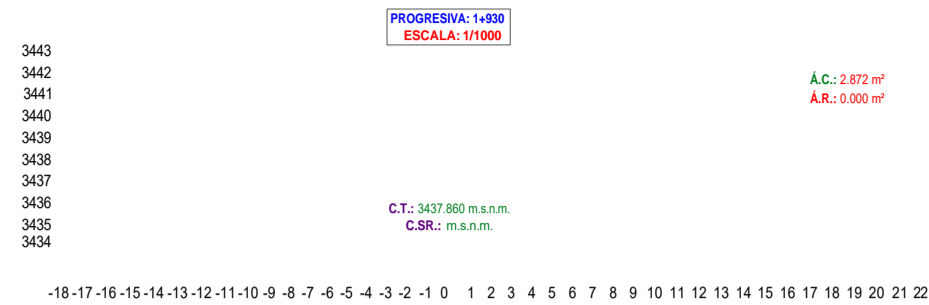
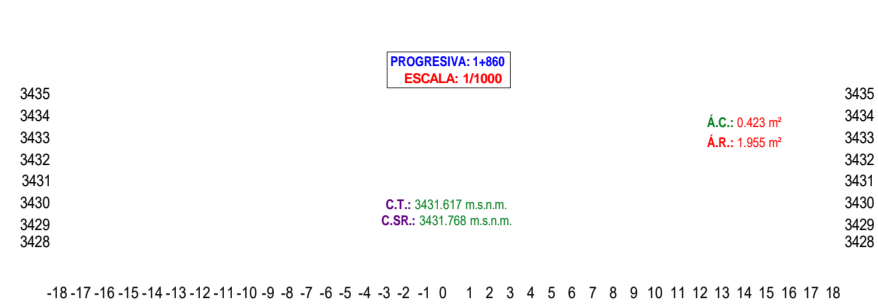
Carrera:
INGENIERIA CIVIL

Estadísticas

Nº plano:
14/8

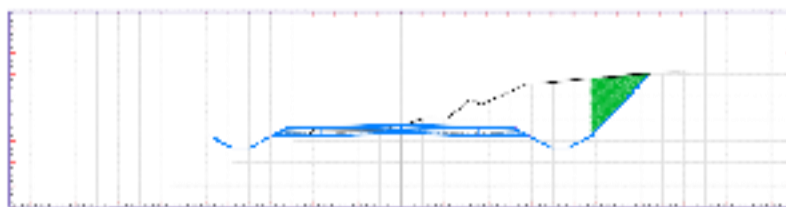
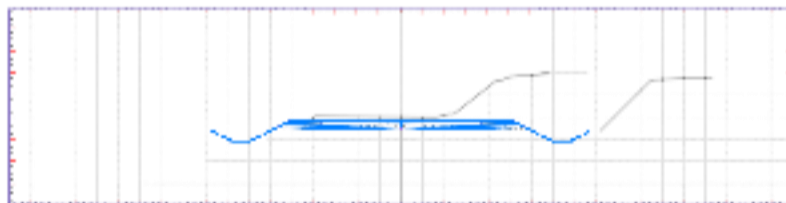
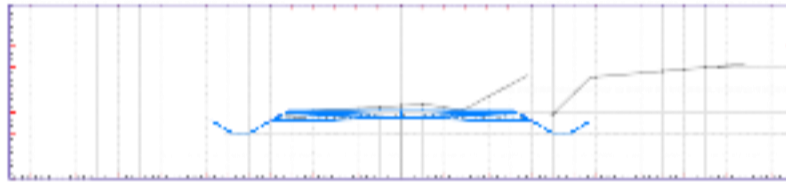
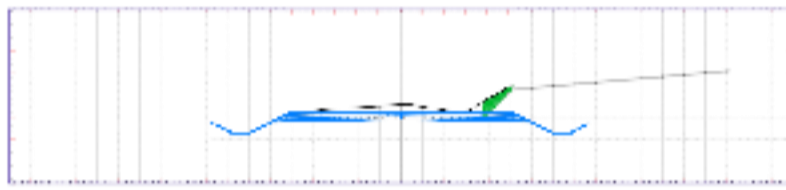
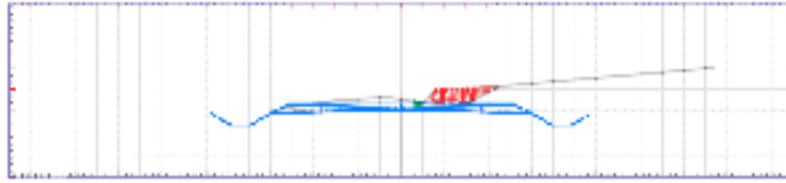
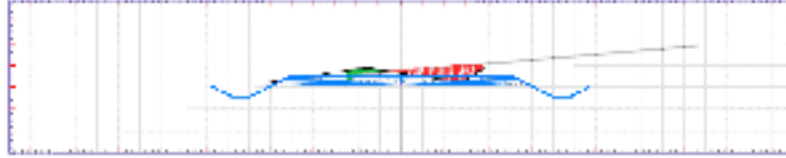
Escala:
1:1000

Período:
2024 - 2025

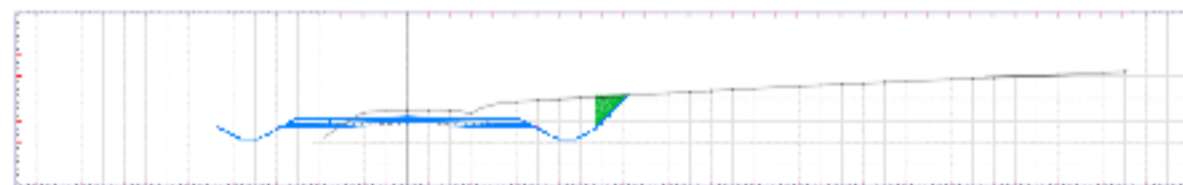
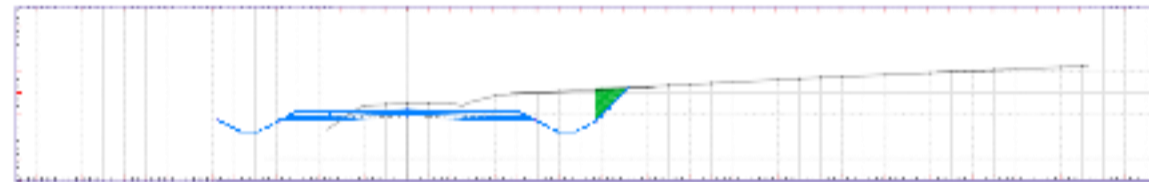
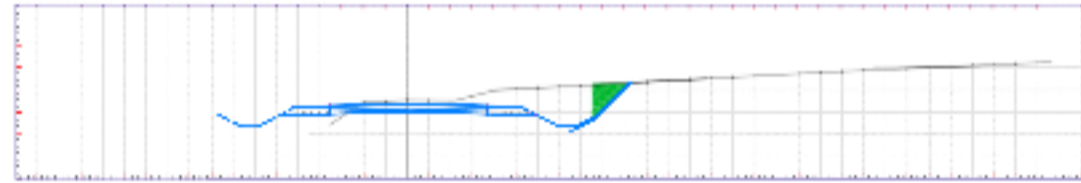
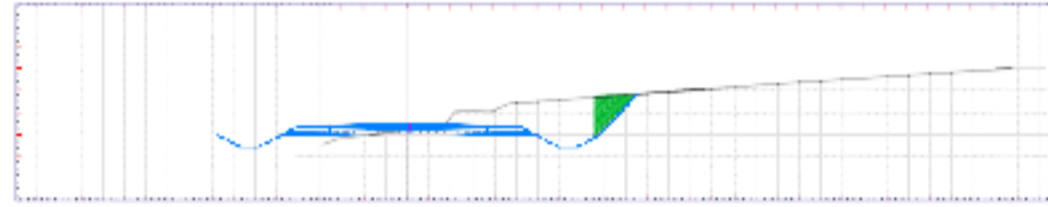
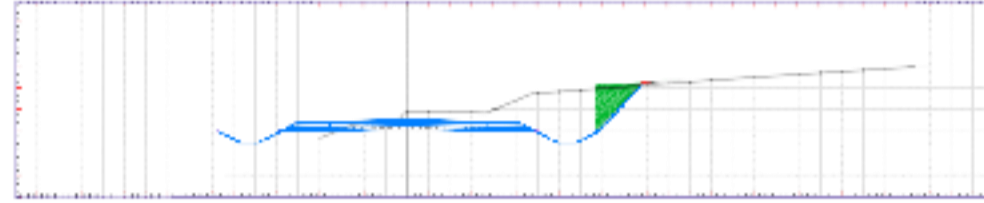
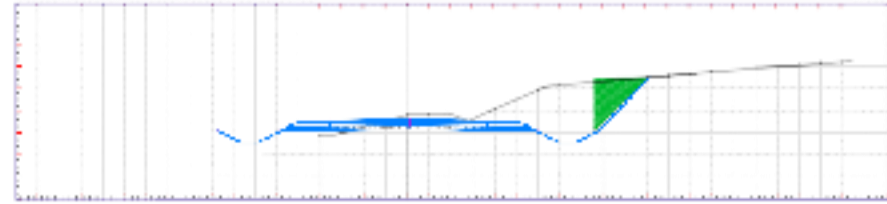


DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42



Utop

Proyecto

Plano:

Carrera:
INGENIERIA CIVIL
Estudiantes

Nº plano:
15/8

Escala:
1:1000

Periodo:
2021 - 2025

3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442
3441
3440

PROGRESIVA: 3+000
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.818 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3443.980 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442
3441
3440

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

3455
3454
3453
3452
3451
3450
3449
3448

PROGRESIVA: 2+080
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.824 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3451.182 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3455
3454
3453
3452
3451
3450
3449
3448

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442
3441

PROGRESIVA: 2+010
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.747 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3444.945 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442
3441

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

3456
3455
3454
3453
3452
3451
3450
3449

PROGRESIVA: 2+090
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3452.595 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3456
3455
3454
3453
3452
3451
3450
3449

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442

PROGRESIVA: 2+020
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.870 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3445.903 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443
3442

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

3457
3456
3455
3454
3453
3452
3451
3450

PROGRESIVA: 2+100
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3453.533 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3457
3456
3455
3454
3453
3452
3451
3450

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3450
3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443

PROGRESIVA: 2+030
ESCALA: 1/1000

A.C.: 1.289 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3447.095 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3450
3449
3448
3447
3446
3445
3444
3443

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38

3458
3457
3456
3455
3454
3453
3452
3451

PROGRESIVA: 2+110
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3454.471 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3458
3457
3456
3455
3454
3453
3452
3451

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3451
3450
3449
3448
3447
3446
3445
3444

PROGRESIVA: 2+040
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.855 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3447.952 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3451
3450
3449
3448
3447
3446
3445
3444

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37

3459
3458
3457
3456
3455
3454
3453
3452

PROGRESIVA: 2+120
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3455.409 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3459
3458
3457
3456
3455
3454
3453
3452

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3452
3451
3450
3449
3448
3447
3446
3445

PROGRESIVA: 2+050
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.704 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3448.590 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3452
3451
3450
3449
3448
3447
3446
3445

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

3459
3458
3457
3456
3455
3454
3453

PROGRESIVA: 2+130
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3456.347 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3459
3458
3457
3456
3455
3454
3453

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

3453
3452
3451
3450
3449
3448
3447
3446

PROGRESIVA: 2+060
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.751 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3449.228 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3453
3452
3451
3450
3449
3448
3447
3446

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

3460
3459
3458
3457
3456
3455
3454

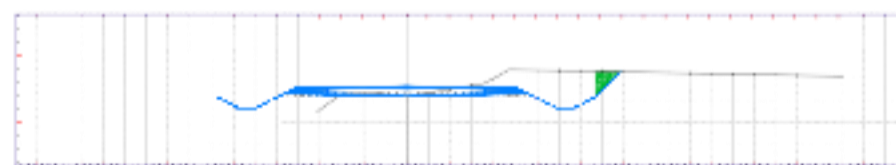
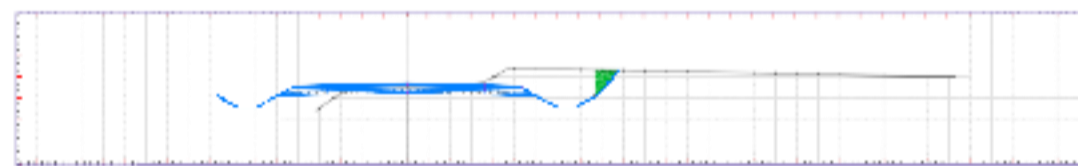
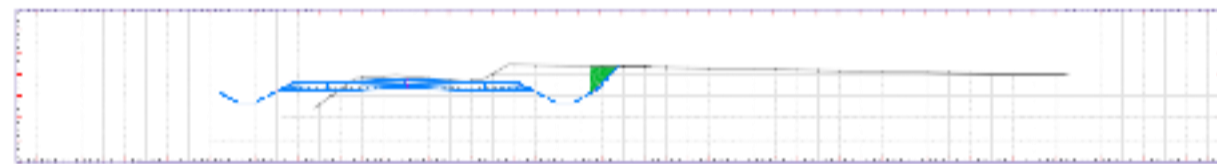
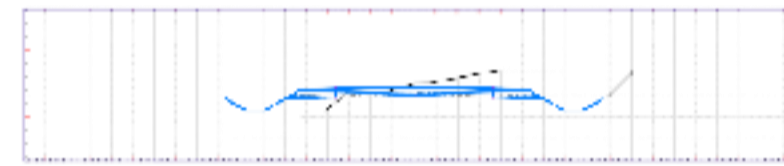
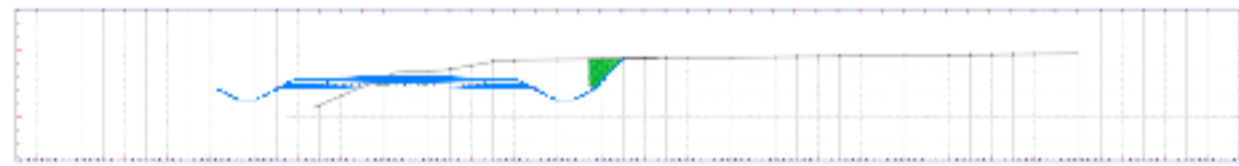
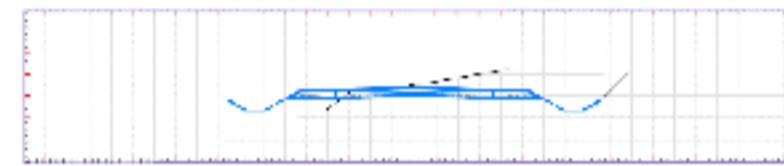
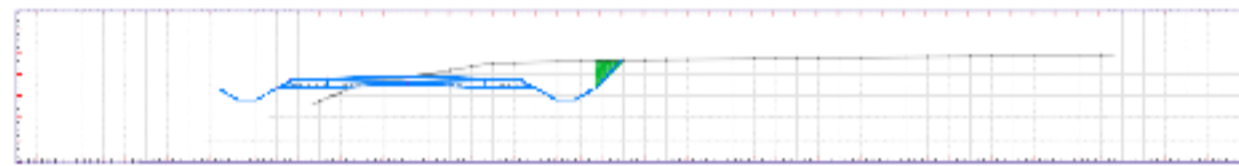
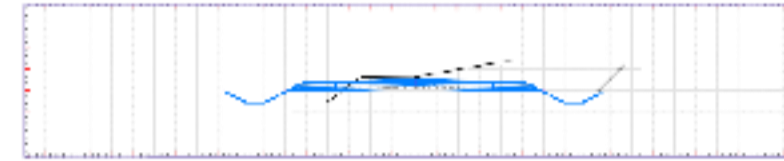
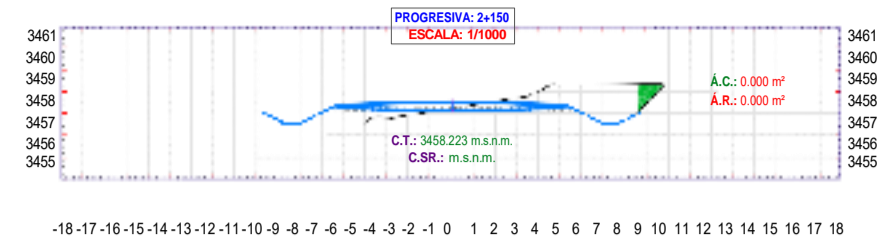
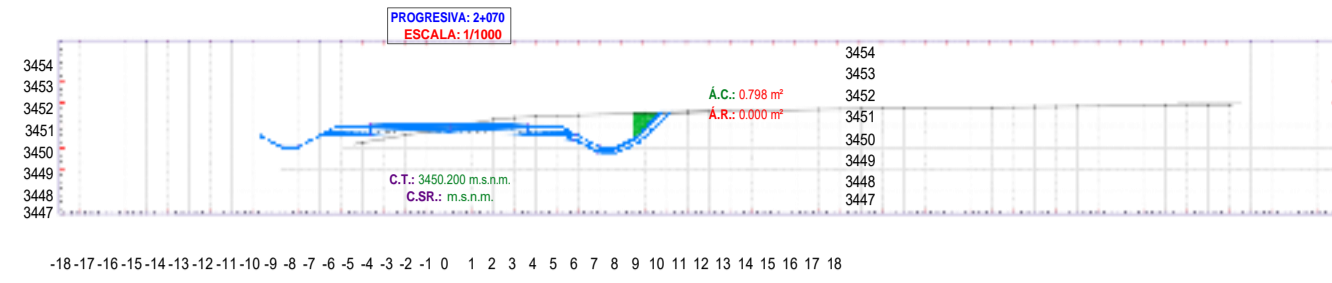
PROGRESIVA: 2+140
ESCALA: 1/1000

A.C.: 0.000 m²
A.R.: 0.000 m²

C.T.: 3457.285 m.s.n.m.
C.SR.: m.s.n.m.

3460
3459
3458
3457
3456
3455
3454

-18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18



DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		
SECCIONES TRANSVERSALES		



Utor

Proyecto

Plano:

Carrera:
INGENIERÍA CIVIL

Estudiantes

Período:
2021 - 2022

Nº plano:
16/18

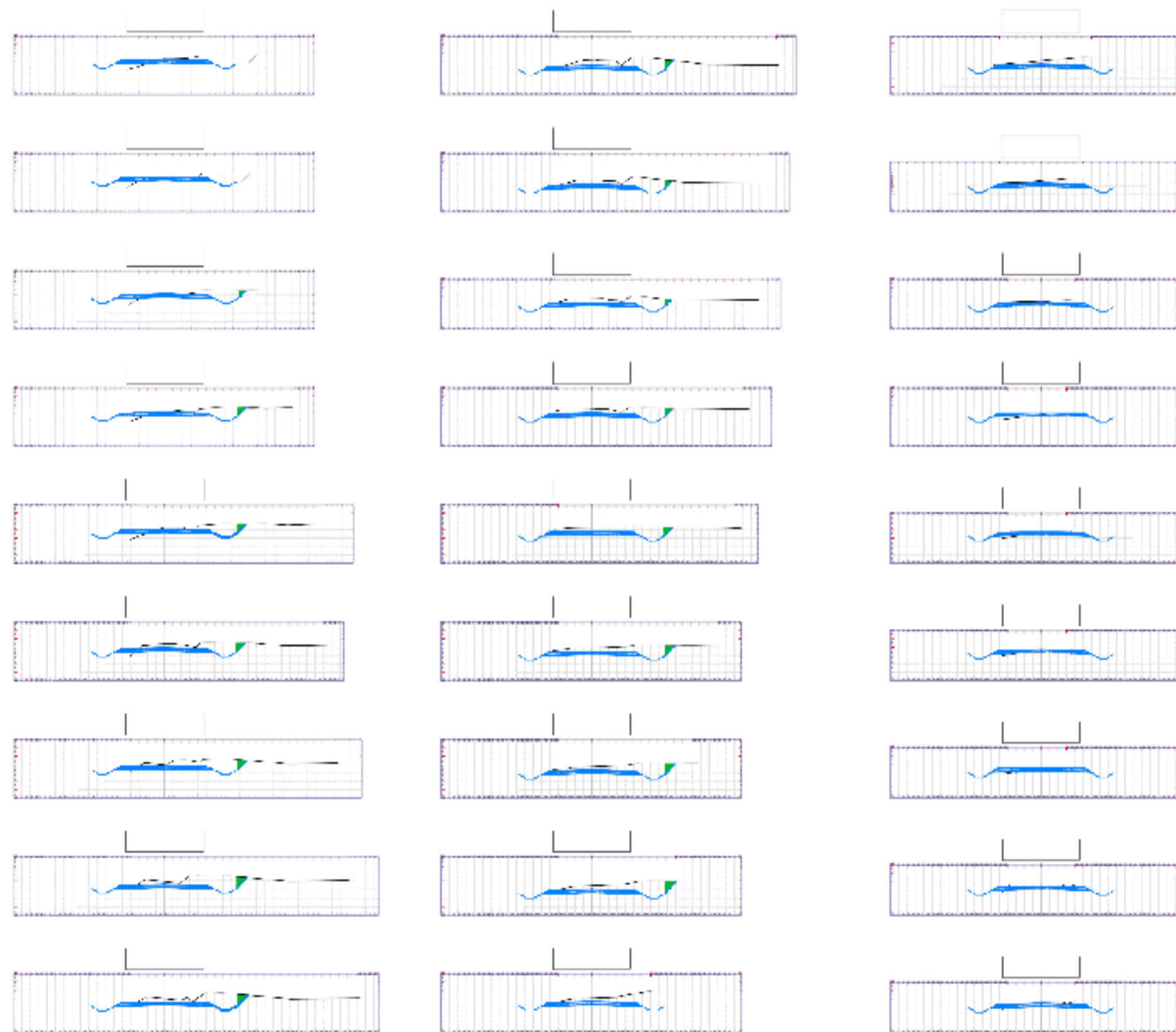
Escala:
1:1000

DANIEL CARDENAS

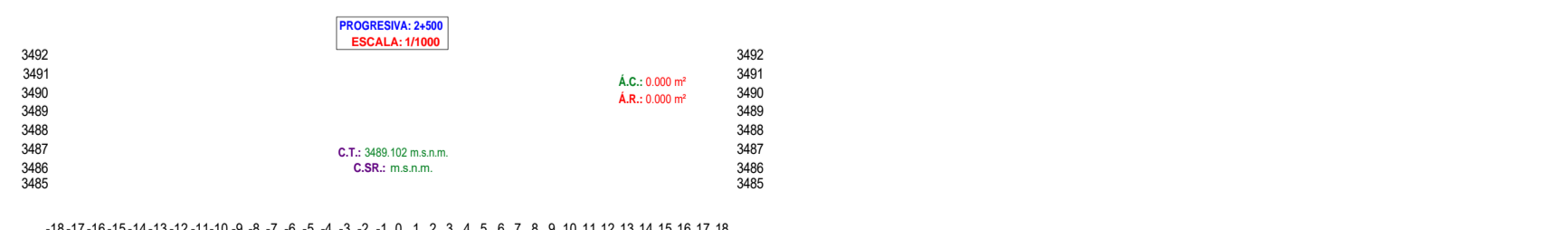
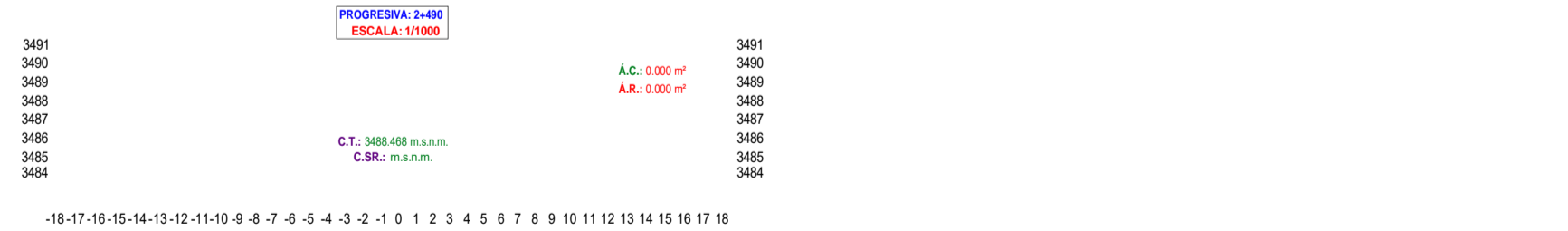
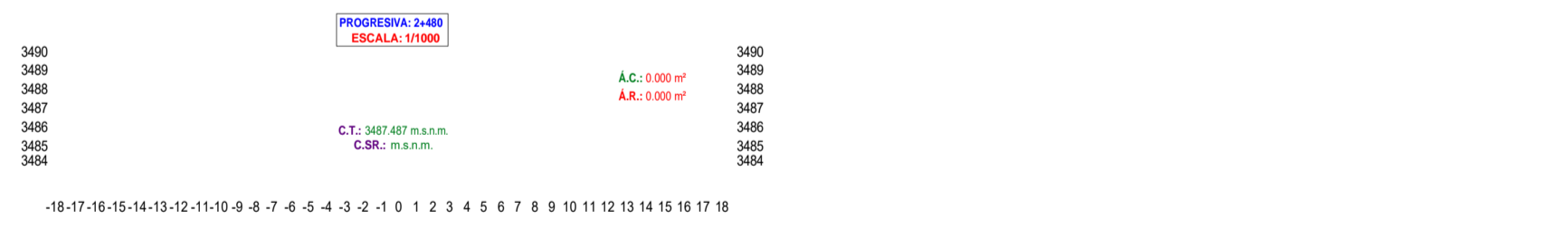
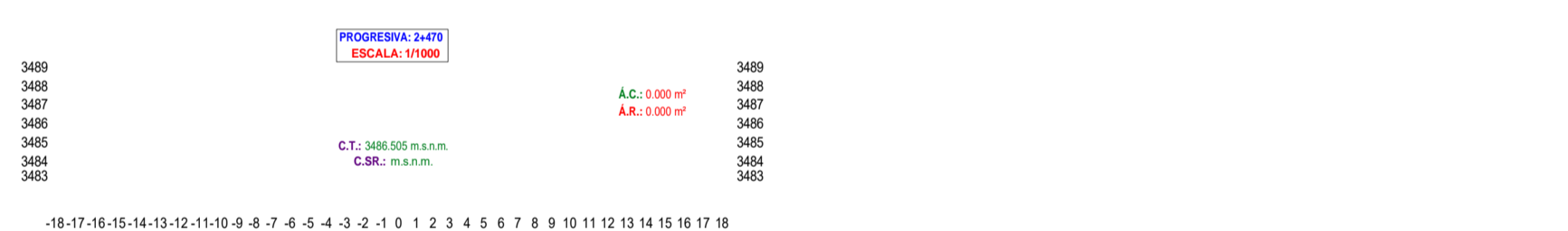
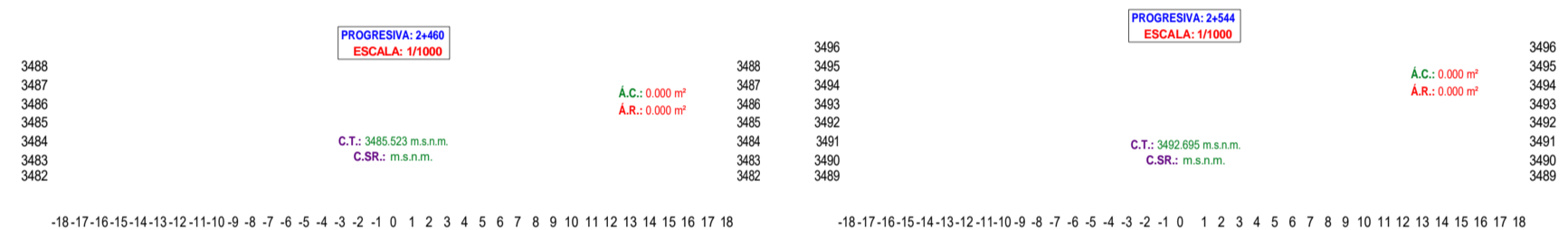
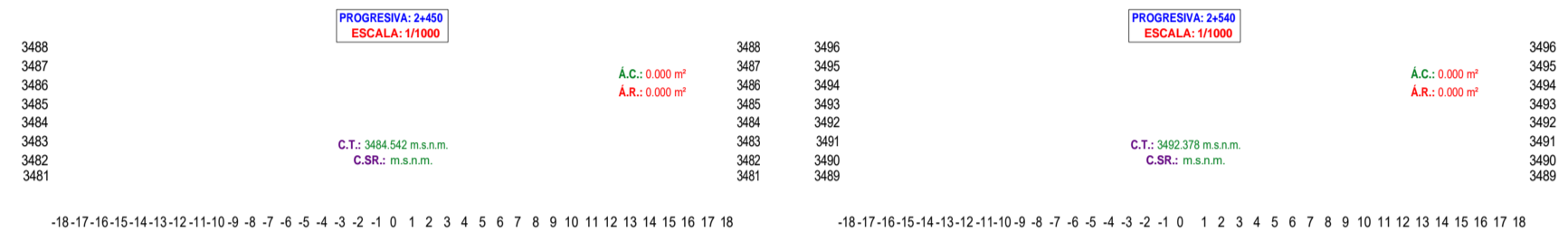
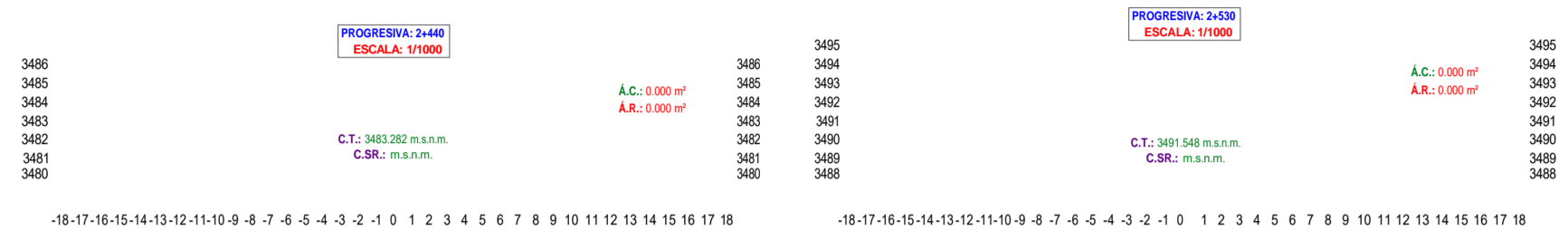
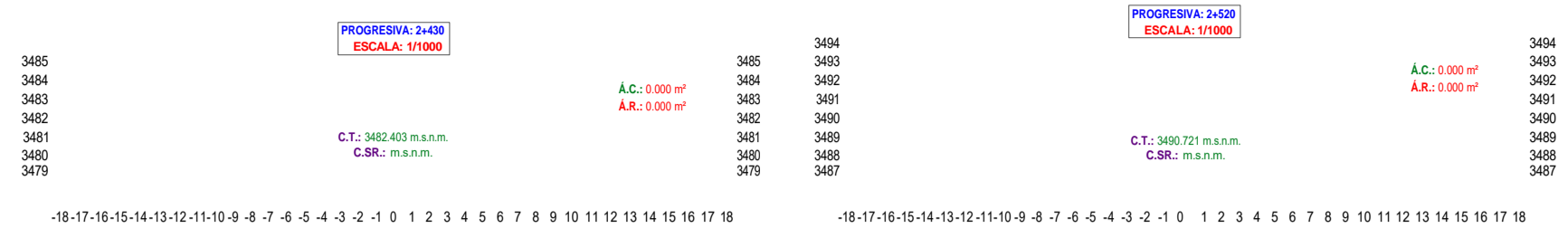
JONATHAN MALDONADO
CARLOS SALINAS

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS
- SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA
2+500 KM. EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.

SECCIONES TRANSVERSALES



	Carrera: INGENIERIA CIVIL	Nº plano: 17 / 8
Tutor:	Estudiantes	Escala: 1:1000
Proyecto		Período: 2021 - 2021
Plano:		

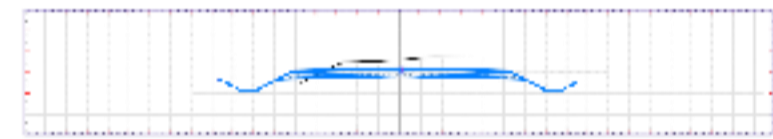
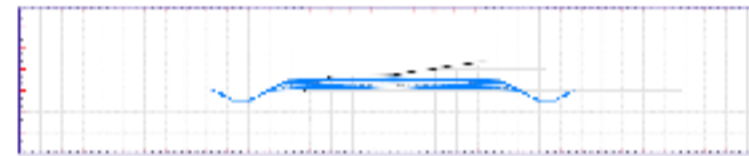
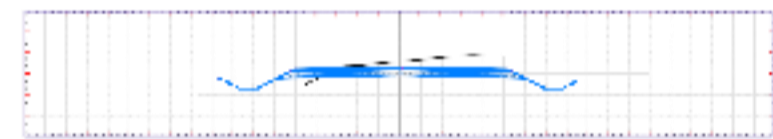
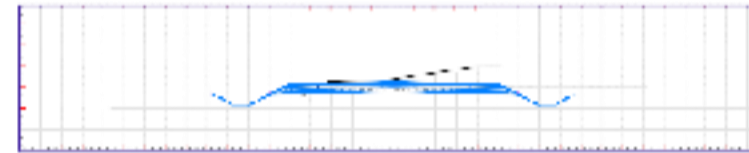
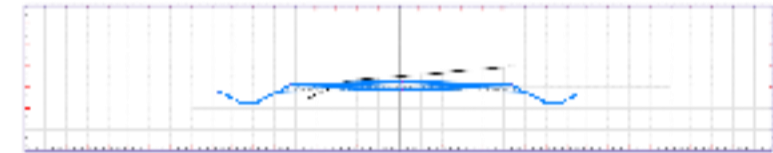
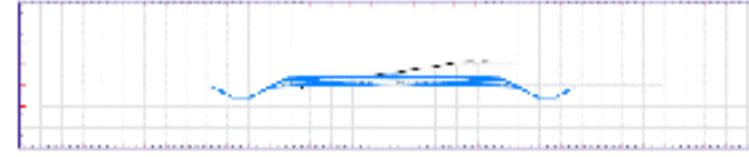
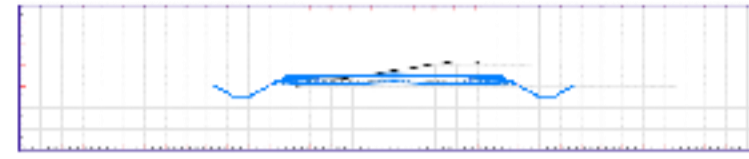
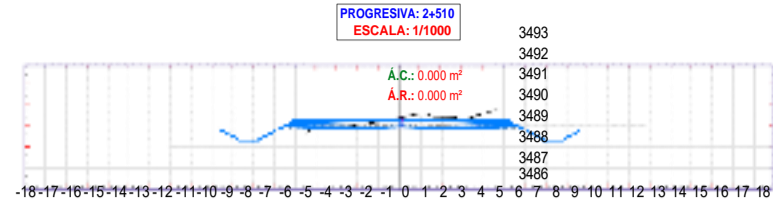


3493 3490 3487
3492 3489 3486
3491 3488 3485

DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	

DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS
- SAN ANTONIO DESDE LA ABCISIA 0+000 HASTA LA ABCISIA
2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.

C.T.: 3489.912 m.s.n.m.
C.S.R.: m.s.n.m.



Tutor:

Proyecto:

Plano:

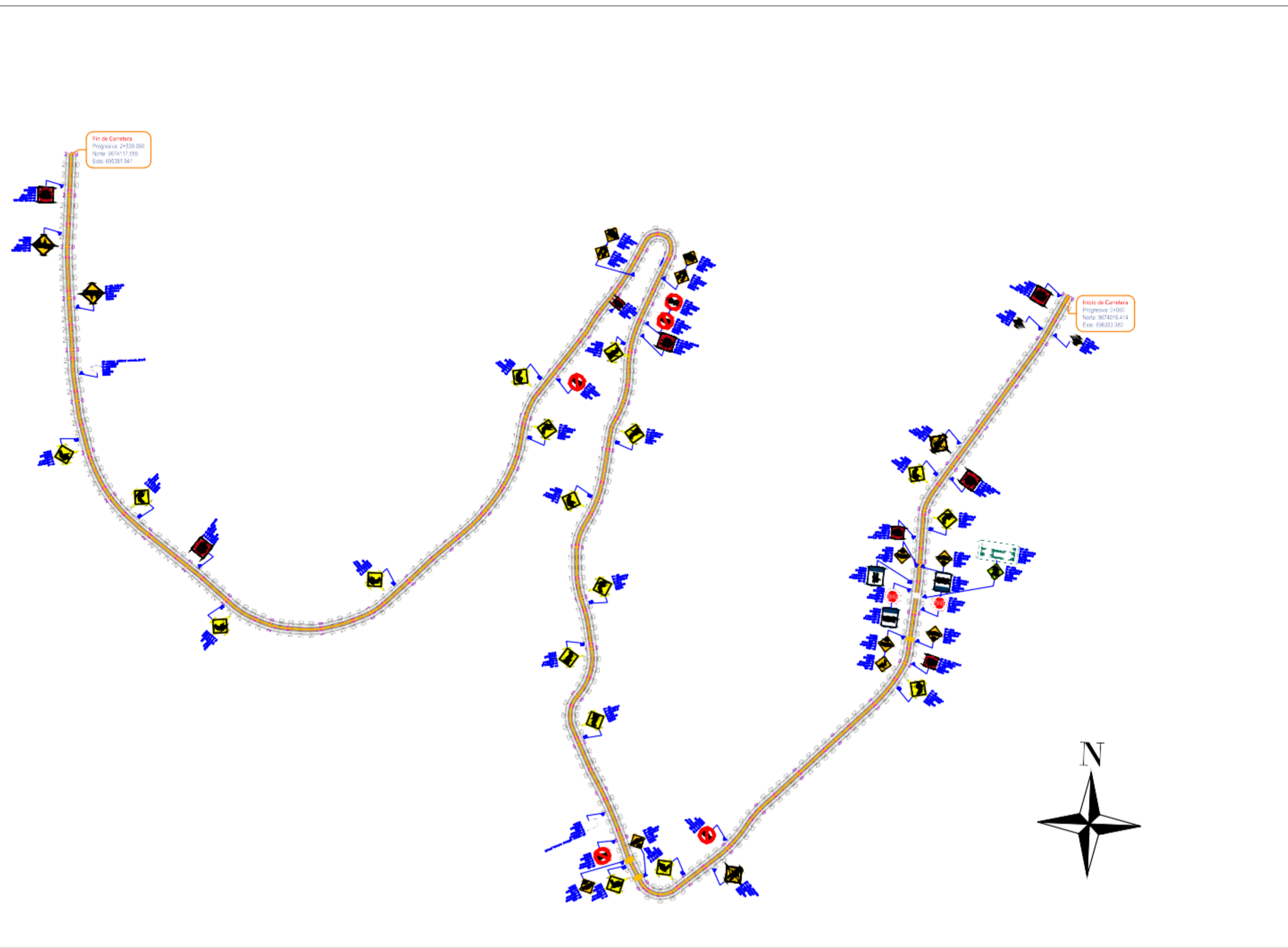
Carrera:
INGENIERÍA CIVIL


Listados:

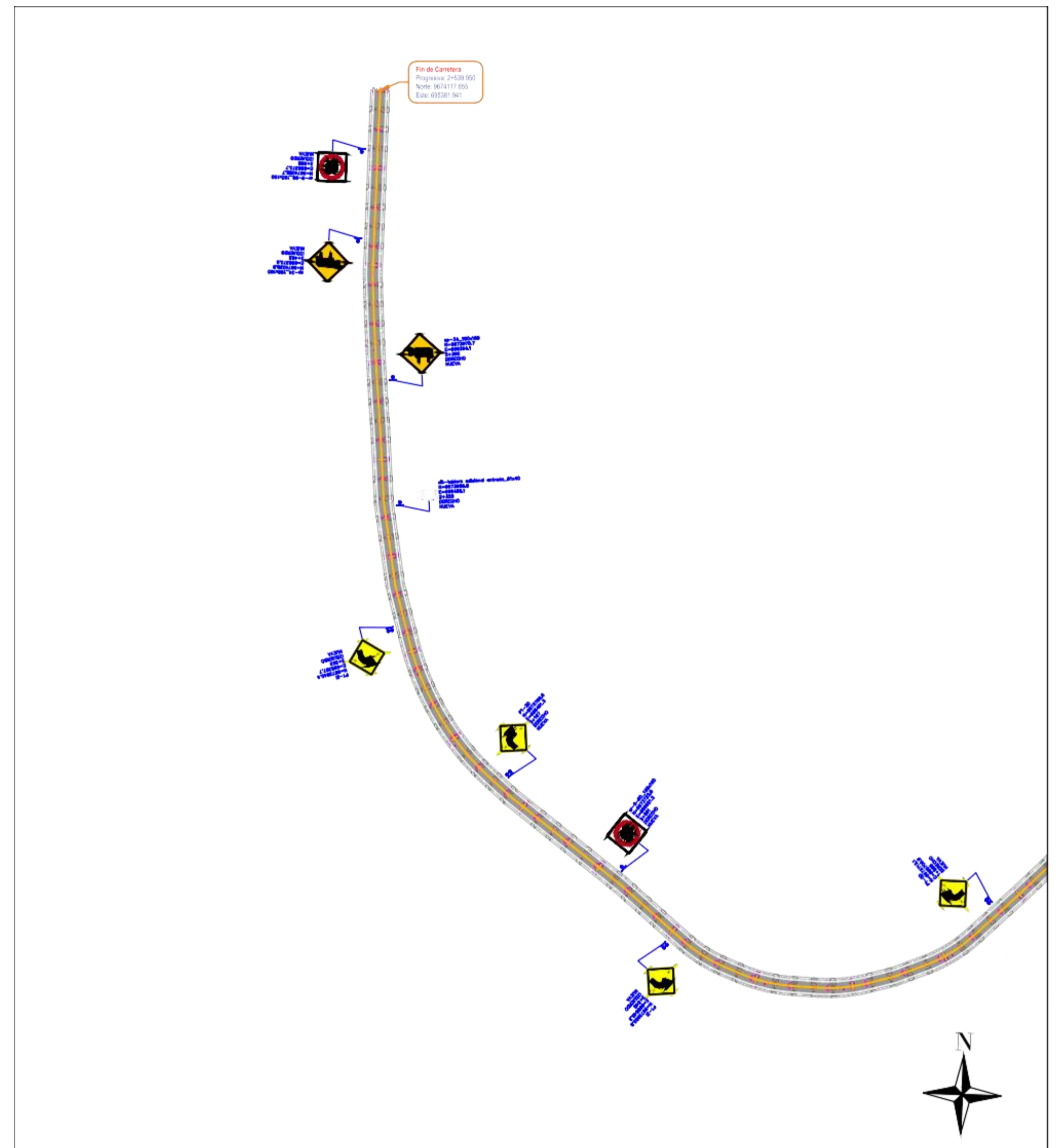
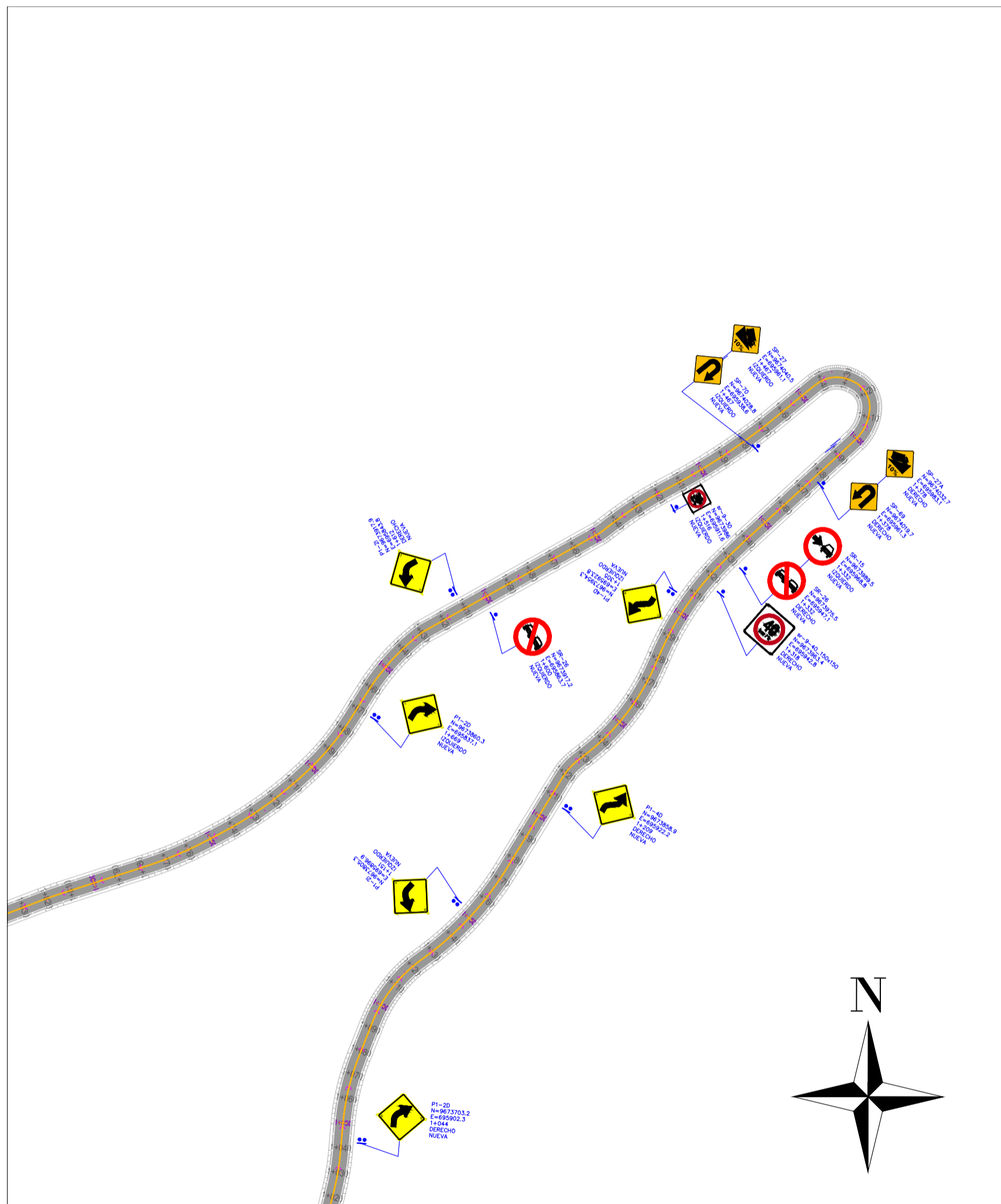
Nº plano:
15/18


Escala:
1:1000

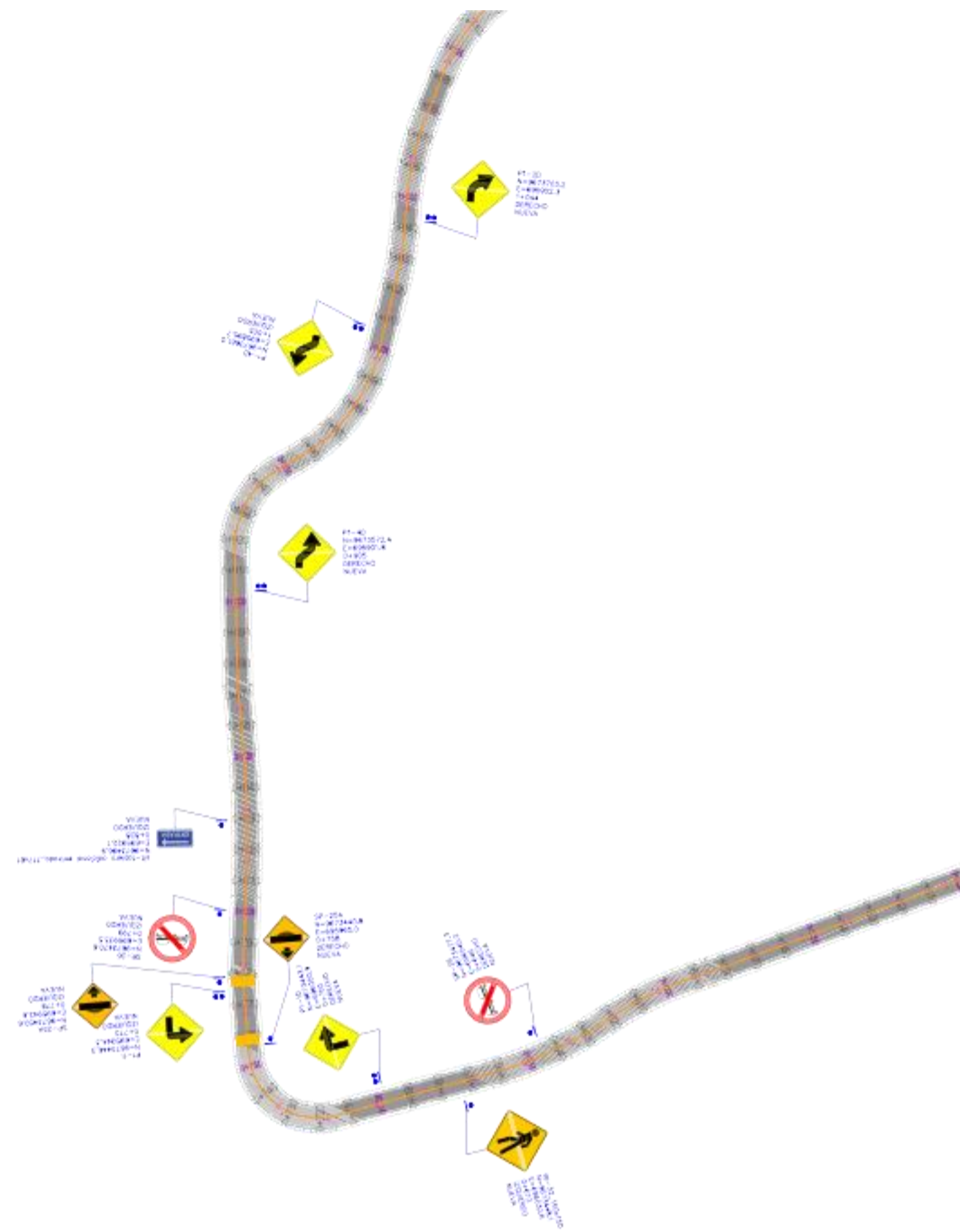
Período:
2025 - 2025




	Carrera: INGENIERÍA CIVIL	N° plano: 1/3
Tutor: DANIEL CARDENAS	Estudiantes: JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	Escala: 1:1000
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		Período: 2025 – 2025
Plano: SEÑALIZACIÓN VIAL DESDE LA ABCISA 0+00 KM HASTA LA ABCISA 2+500 KM		



	Carrera:	N° plano:
	INGENIERÍA CIVIL	3/3
Tutor:	Estudiantes:	Escala:
DANIEL CARDENAS	JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	1:1000
Proyecto:	Período:	
DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.	2025 - 2025	
Plano: SEÑALIZACIÓN VIAL DESDE LA ABCISA 1+020 KM HASTA LA ABCISA 2+500 KM		



	Carrera: INGENIERÍA CIVIL	N° plano: 3/3
Tutor: DANIEL CARDENAS	Estudiantes: JONATHAN MALDONADO CARLOS SALINAS	Escala: 1:1000
Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SOLDADOS - SAN ANTONIO DESDE LA ABCISA 0+000 HASTA LA ABCISA 2+500 KM, EN EL CANTÓN CUENCA PROVINCIA DEL AZUAY.		Período: 2025 - 2025
Plano: SEÑALIZACIÓN VIAL DESDE LA ABCISA 0+000 KM HASTA LA ABCISA 1+020 KM		