



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA VÍA SAN NICOLAS -
GULLANCAY, ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+000 KM,
COJITAMBO CAÑAR**

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

AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO

TUTOR: ING. DANIEL LEONIDAS CÁRDENAS JARAMILLO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Justin Sebastian Abril Romero con documento de identificación N° 0350086575
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera
total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Justin Sebastian Abril Romero
0350086575

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

Yo, Justin Sebastian Abril Romero con documento de identificación N° 0350086575, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: “Diseño geométrico y estructural de la vía San Nicolas - Gullancay, abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+000 km, Cojitambo Cañar”, 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, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Justin Sebastian Abril Romero
0350086575

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 SAN NICOLAS - GULLANCAY, ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+000 KM, COJITAMBO CAÑAR, realizado por Justin Sebastian Abril Romero con documento de identificación N° 0350086575, 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.

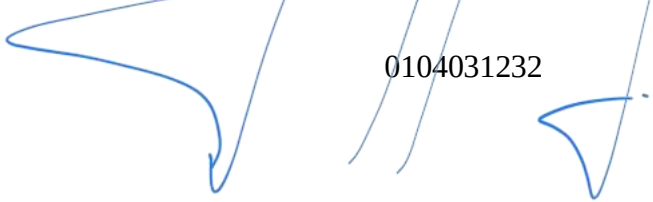
Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Ing. Daniel Leonidas Cárdenas Jaramillo, Msc.

0104031232



DEDICATORIA

Gracias a mis padres, Iván Abril y Ana Romero, por el amor y apoyo incondicional que me brindan día a día. Gracias a sus valores y enseñanzas que me inculcaron desde un principio. Gracias a mi hermano Jeremy Abril, un ser humano increíble que me ayudo a mejorar, que ha estado conmigo en las buenas y malas, y hemos crecido juntos.

Quiero destacar a mi hermanito Josué, es mi mayor motivación para seguir adelante y convertirme en un buen ejemplo a seguir.

A todos mis familiares, que siempre han estado para mí, siendo una familia de principios y valores; en especial a mi Tía Raquel, quien ha sido una segunda madre, siempre me ha brindado las puertas de su casa y me ha cuidado desde pequeño.

índice de Contenido

1	Contenido	1
1.1	Resumen	1
1.2	Abstract.....	2
1.3	Introducción	3
1.4	Problema.....	4
1.4.1	Antecedentes	4
1.4.2	Importancia y Alcances	5
1.4.3	Delimitación.....	6
1.4.4	Objetivos.....	7
2	Marco Teórico	8
2.1	Topografía.....	8
2.2	Trafico	8
2.2.1	Transito Actual.....	9
2.2.2	Transito futuro.....	9
2.2.3	Trafico promedio Diario Anual.....	9
2.2.4	Cálculo del TPDA	10
2.2.5	Trafico Proyectado	10
2.2.6	ESALs.....	11
2.2.7	Factores de carga equivalente (LEF).....	11
2.2.8	Factor Camión.....	11
2.3	Carreteras.....	12
2.3.1	Clasificación de carreteras de acuerdo con el transito.....	12
2.3.2	Clase de Carreteras.....	12
2.4	Diseño Geométrico.....	14

2.4.1	Velocidad de Diseño	14
2.4.2	Alineamiento Horizontal	15
2.4.3	Alineamiento Vertical	16
2.4.4	Peralte	16
2.4.5	Radio Mínimo de Curvatura	17
2.4.6	Coeficiente de fricción lateral	17
2.4.7	Distancia de frenado	18
2.4.8	Distancia de visibilidad en curvas horizontales	19
2.4.9	Distancia de visibilidad lateral	19
2.4.10	Distancia de rebasamiento	20
2.4.11	Sobre anchos de Curva	20
2.4.12	Secciones transversales	21
2.5	Tipos de terreno	21
2.5.1	Terreno plano	21
2.5.2	Terreno Ondulado	22
2.5.3	Terreno Montañoso	22
2.5.4	Terreno escarpado	22
2.6	Ensayo DCP	22
2.7	Ensayo de CBR	22
2.8	Pavimentos	23
2.8.1	Pavimentos flexibles	23
2.8.2	Diseño de pavimentos flexibles	24
2.8.3	Confiabilidad R	24
2.8.4	Módulo Resiliente	24
2.8.5	Módulo de resiliente de la carpeta asfáltica	25
2.8.6	Numero estructural	26

2.8.7	Determinación de números estructurales.....	26
2.8.8	Perdida de serviciabilidad	28
2.8.9	Características de drenaje	28
2.8.10	Diseño estructural	29
2.8.11	Análisis de espesores.....	30
2.9	Drenaje	31
2.9.1	Cunetas	31
2.9.2	Forma de la Sección	31
2.9.3	Sección típica de la Cuneta.....	32
2.9.4	Cálculo del Coeficiente de escorrentía C.....	33
2.9.5	Cálculo del caudal en la estructura.....	33
2.10	Señalización	34
2.10.1	Señalización vertical	34
2.10.2	Colores	34
2.10.3	Distancia de legibilidad.....	36
2.10.4	Señales de información	36
2.10.5	Ubicación.....	37
2.10.6	Diseño de las flechas.....	37
2.10.7	Soportes para Señalización.....	38
2.10.8	Diseño	38
2.10.9	Señales Regulatorias	39
2.10.10	Clasificación de Señales Regulatorias.....	40
2.10.11	Señales Preventivas.....	42
2.10.12	Señalización Horizontal.....	44
2.10.13	Mensaje	44
2.10.14	Ubicación.....	45

2.10.15	Color.....	45
2.10.16	Retro reflexión.....	45
2.10.17	Líneas longitudinales.....	46
2.10.18	Doble línea continua	47
2.10.19	Líneas de borde de calzada.....	48
2.10.20	Líneas de borde de calzada continuas	48
3	Metodología.....	49
3.1	Recolección de información	49
3.1.1	Ubicación del proyecto.....	49
3.1.2	Levantamiento Topográfico.....	49
3.1.3	Transferencia y procesamiento de datos.....	49
3.1.4	CBR.....	49
3.1.5	Conteo Vehicular.....	50
3.2	TPDA.....	51
3.2.1	Cálculo del TPDA	51
3.2.2	Proyección del Trafico.....	53
3.3	Diseño Geométrico.....	54
3.3.1	Alineamiento horizontal	54
3.3.2	Alineamiento Vertical	63
3.4	ESALS.....	67
3.5	Diseño de Pavimento flexible	69
3.5.1	Daño relativo (Uf)	69
3.5.2	Parámetros de confiabilidad.....	70
3.5.3	Parámetros de serviciabilidad.....	71
3.5.4	Coeficientes estructurales	72
3.5.5	Coeficiente de drenaje	74

3.5.6	Cálculo del número estructural requerido.....	74
3.6	Estructuras de evacuación de Agua Pluviales.....	75
3.6.1	Cunetas	75
3.7	Señalización	79
3.8	Presupuesto del Proyecto.....	80
4	Conclusiones.....	81
5	Recomendaciones.....	82
6	Bibliografía.....	84
7	Anexos.....	86

Indicé de Tablas

Tabla 1	Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	12
Tabla 2	Relación función, clase MOP y trafico	13
Tabla 3	Velocidades de Diseño.....	14
Tabla 4	Elementos de una curva simple	16
Tabla 5	Coeficiente de fricción lateral en base a la velocidad de diseño	18
Tabla 6	Distancia mínima de velocidad para rebasamiento.....	20
Tabla 7	Confiabilidad R.....	24
Tabla 8	Coeficientes de escorrentía.....	33
Tabla 9	Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada	

Tabla 10	Valores de CBR	50
Tabla 11	Conteo Vehicular	51
Tabla 12	Factor de Ajuste semanal	52
Tabla 13	Consumo de Combustible Petroecuador	52
Tabla 14	Tasa de crecimiento geométrico Azogues.....	54
Tabla 15	Velocidad de Diseño	55
Tabla 16	Coeficientes de fricción.....	56
Tabla 17	Distancia mínima de visibilidad para rebasamiento.....	58
Tabla 18	Curvas Horizontales Parte 1	60
Tabla 19	Curvas horizontales parte 2.....	60
Fuente: Elaboración Propia		61
Fuente: Elaboración Propia		62
Tabla 20	Índice K para curva vertical convexa.....	64
Tabla 21	índice K para curva vertical cóncava	64
Tabla 22	Curva 1	64
Tabla 23	Curva 2	65
Tabla 24	Curva 3.....	65
Tabla 25	Curva 4.....	65
Tabla 26	Curva 5.....	66
Tabla 27	Curva 6.....	66
Tabla 28	Curva 7.....	66
Tabla 29	Cálculo de factor camión por tipo vehicular	67
Tabla 30	Porcentaje de crecimiento por tipo de vehículo.....	68
Tabla 31	Características de la Vía.....	68
Tabla 32	Cálculo de ESALs.....	69

Tabla 33	Daño relativo y Valor del MR final	70
Tabla 34	Confiabilidad Recomendada.....	71
Tabla 35	Desviación Estándar.....	71
Tabla 36	Coeficientes estructurales determinados	74
Tabla 37	Calidad de drenaje.....	74
Tabla 38	Cálculo de espesores de pavimento flexible.....	74
Tabla 39	Espesores del Pavimento flexible	75
Tabla 40	Cumplimiento de Formulas.....	75
Tabla 41	Presupuesto.....	80

Indicé de Figuras

Figura 1.	Ubicación de la Parroquia	4
Figura 2.	Ubicación de la Vía.....	7
Figura 3.	Elementos de una curva simple	15
Figura 4.	Determinación del módulo Resiliente.....	25
Figura 5.	Modulo resiliente del Asfalto	25
Figura 6.	Abaco Para el cálculo del coeficiente a2 para Base.....	27
Figura 7.	Abaco Para el cálculo de coeficiente a 3 para subbase	27
Figura 8.	Abaco Para el cálculo del coeficiente a1 para asalto	28
Figura 9.	Calidad del drenaje según exposición a la humedad	29
Figura 10.	Capas del pavimento flexible	30

Figura 11.	Dimensiones típicas de cunetas	32
Figura 12.	Sección Típica de una cuneta	32
Figura 13.	Distancia de legibilidad.....	36
Figura 14.	Diseño de Flechas	38
Figura 15.	Soporte normal de dos postes – rural	38
Figura 16.	Señal de advertencia de destino.....	39
Figura 17.	Señal de decisión de destino (11 – 2a).....	39
Figura 18.	Señalización Pare (R1 – 1).....	40
Figura 19.	Señalización Doble Vía (R2 - 2).....	41
Figura 20.	Señalización límite máximo de velocidad.....	42
Figura 21.	Señalización Curva Cerrada	43
Figura 22.	Señalización Curva y Contracurva cerrada	43
Figura 23.	Señalización Peatones en la Vía	44
Figura 24.	Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta	47
Figura 25.	Doble línea continua	47
Figura 26.	Líneas continuas de borde	48
Figura 27.	Ensayo DCP.....	50
Figura 28.	Ubicación de la cámara	51
Figura 29.	Vehicle Traking	61
Figura 30.	Vehicle traking.....	62
Figura 31.	Vehicle Traking	62
Figura 32.	Ecuación del módulo resiliente.....	69
Figura 33.	Abaco para determinar el Daño relativo	70
Figura 34.	Determinación de coeficientes a1.....	72
Figura 35.	Determinación de coeficiente estructural a2	73

Figura 36.	Determinación de coeficiente estructural a_3	73
Figura 37.	Ecuación del tiempo de concentración según Kirpich	75
Figura 38.	Cálculo del tiempo de concentración	76
Figura 39.	Ecuación de intensidad de lluvia	76
Figura 40.	Ecuación del caudal	77
Figura 41.	Cálculo del Tramo 3.....	77
Figura 42.	Relación de altura y espaciamiento de cuneta.....	78
Figura 43.	Cálculo de dimensión de la cuneta	78
Figura 44.	Comprobación de Caudales.....	79
Figura 45.	RTK utilizado	86
Figura 46.	RTK utilizado	86
Figura 47.	Inspección de vía.....	87
Figura 48.	Inspección de vía.....	87
Figura 49.	Ensayo DCP.....	88
Figura 50.	Ensayo DCP.....	88

1 Contenido

1.1 Resumen

El diseño y la construcción de infraestructura vial es fundamental para el desarrollo de cualquier región, facilitando la movilidad, mejora la conectividad y fomenta el crecimiento económico y social. Este diseño permite además un transporte seguro y eficiente con un diseño de vías apropiado, reduciendo costos de transporte, tiempos de desplazamiento, y contribuyendo a la integración de comunidades. Además, una infraestructura vial bien planificada es clave para mejorar la calidad de vida de los habitantes, al facilitar el acceso a servicios básicos, mercados y oportunidades de empleo.

El enfoque del trabajo de titulación trata del diseño de una carretera que conecta las comunidades de San Nicolás y Gullancay, catón Azogues, ubicadas en la provincia de Cañar, Ecuador. Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron visitas técnicas a las comunidades para conocer de primera mano las condiciones del terreno y las necesidades locales. A través de un diseño que optimiza los recursos disponibles, se busca garantizar una infraestructura duradera, que responda a las condiciones geográficas y de tráfico específicas de la zona. Además, se tomaron muestras en el lugar para evaluar la capacidad del suelo y definir los materiales y espesores más adecuados para las capas de pavimento.

El estudio demuestra cómo un proyecto de infraestructura vial puede ser una herramienta poderosa para resolver problemas de conectividad y transporte, contribuyendo al bienestar de las comunidades y al desarrollo regional de manera sostenible.

Palabras Clave: Vía, Diseño Geométrico, Pavimentos, TPDA, Cunetas, Infraestructura, ESALs, MTOP.

1.2 Abstract

The design and construction of road infrastructure are fundamental for the development of any region, facilitating mobility, improving connectivity, and fostering economic and social growth. Proper road design ensures safe and efficient transportation, reducing transportation costs, travel times, and contributing to the integration of communities. Additionally, well-planned road infrastructure is key to improving the quality of life for residents by providing better access to basic services, markets, and employment opportunities.

The focus of this thesis project is the design of a road connecting the communities of San Nicolás and Gullancay, located in the canton of Azogues, in the province of Cañar, Ecuador. During the project development, technical visits were conducted to the communities to gain firsthand knowledge of the terrain conditions and local needs. Through a design that optimizes available resources, the goal is to ensure a durable infrastructure that meets the specific geographical and traffic conditions of the area. Furthermore, on-site samples were taken to evaluate soil capacity and determine the most suitable materials and thicknesses for the pavement layers.

The study demonstrates how a road infrastructure project can serve as a powerful tool to address connectivity and transportation challenges, contributing to the well-being of communities and sustainable regional development.

Keywords: Road, Geometric Design, Pavements, TPDA, Ditches, Infrastructure, ESALs, MTOP.

1.3 Introducción

Las carreteras en el Ecuador permiten unir varias poblaciones que buscan mejorar y comercializar. Son fundamentales para la interacción y comunicación, y su fin es promover el desarrollo territorial y satisfacer las necesidades de la población.

El objetivo principal de una vía se basa en asegurar que los vehículos transiten sin riesgo, reduciendo siniestros al considerar aspectos como la visibilidad, radios de curvatura, eficiencia y una velocidad adecuada, facilitando un nivel de bienestar y seguridad.

En la ingeniería civil el diseño geométrico es un proceso técnico donde se definen las características físicas y operacionales de una carretera, fundamentado por la topografía del terreno, la geología, el volumen y tipo de tránsito, normativas técnicas, entre otros; el diseño establece la forma y el trazado de la vía, tanto en planta como en perfil y su sección transversal.

Los parámetros en el diseño de vías es certificar que las carretas cumplan con las exigencias de funcionalidad, seguridad, sostenibilidad y economía. Esto afianza que el proyecto se adapte al paisaje reduciendo los efectos negativos sobre el medio ambiente con destrezas de construcción responsable. Una durabilidad al momento de elegir los materiales y técnicas que prologuen su vida útil.

“En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente” (Cárdenas Grisales, 2013).

1.4 Problema

1.4.1 Antecedentes

La parroquia rural Cojitambo ubicada al oeste del cantón Azogues, provincia del Cañar, Ecuador, Cojitambo limita con cantones como Déleg y Biblián, y varias parroquias de Azogues. Tiene una extensión de 42 kilómetros cuadrados y una altitud de 3076 metros sobre el nivel del mar (GAD parroquial Cojitambo, s.f.).

Figura 1

Ubicación de la Parroquia



Fuente: (Gad Parroquial de Cojitambo, 2021)

Se distingue por su riqueza histórica y cultural siendo el lugar de nacimiento del complejo arqueológico de Cojitambo y su cerro de gran importancia para el turismo, cómo es la escala en roca; que atrae a varias personas nacionales como internacionales. A pesar de lo importante que es la parroquia, enfrenta desafíos relacionados con la conectividad vial (Gad Parroquial de Cojitambo, 2021).

Dentro de esta parroquia se encuentran comunidades rurales, San Nicolas y Gullancay, la dependencia de esta población se sustenta en la agricultura, ganadería y comercio. No obstante, la infraestructura vial presenta condiciones actuales inadecuadas.

Cada limitación dificulta la movilidad, afecta negativamente a la economía local debido a los tiempos de traslado.

La preocupación en los habitantes de estas comunidades que enfrentan cada día debido a la falta de una vía adecuada. Marcan que esta problemática suscita una sensación de aislamiento y restringe el acceso a servicios fundamentales y oportunidades de crecimiento. La comunidad considera la mejora de la vía San Nicolas-Gullancay como una necesidad esencial para asegurar un tránsito más seguro y eficaz, además de impulsar el crecimiento socioeconómico de la zona.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), a escala regional implementó acciones destinadas a potenciar la conectividad vial en el cantón Azogues. El proyecto de 2015 es un caso ilustrativo que contemplaba la carretera Cuenca - Azogues – Biblián, Los usuarios necesitaban asegurar el desplazamiento y su protección por eso es por lo que se enfatizó esta necesidad de disponer vías apropiadas (MTOP, 2015).

1.4.2 Importancia y Alcances

En la actualidad la zona de estudio comprendida por San Nicolas - Gullancay presenta deficiencias desde el punto de vista civil, a causa de la ausencia de un diseño vial correcto, su superficie es irregular conformada por lastre; la acumulación de polvo y el desgaste continuo es causada por el cambio climático, principalmente por la intensa precipitación de la zona, complicando así la circulación vehicular que prolonga los tiempos de traslados y aumenta los costos de mantenimiento. Estas condiciones afectan a los habitantes de cada comunidad, dificulta la comercialización de productos ganaderos y agrícolas; limita el acceso a servicios básicos como es la salud y la educación.

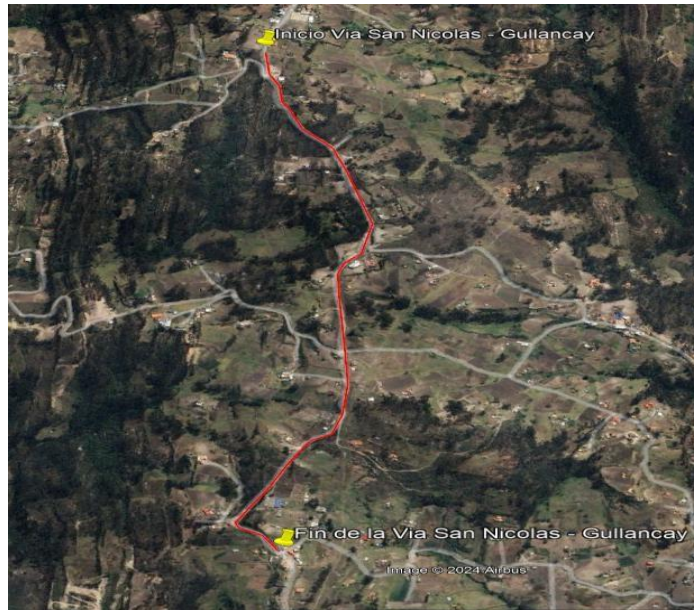
Es esencial impulsar el desarrollo social y económico de la parroquia Cojitambo. Para resolver esta problemática, el proyecto formula la renovación de la vía por intermedio de un diseño geométrico apropiado; acorde a las condiciones climáticas y de tránsito de la zona una pavimentación adecuada. Se desarrollará de acuerdo con las especificaciones técnicas y normativas nacionales (MTOP) e internacionales (AASHTO 93), garantizando su estabilidad y durabilidad a largo plazo.

El propósito es mejorar la calidad de vida de los habitantes, fomenta el comercio local, incrementa la seguridad vial y reduce el aislamiento de las comunidades con las parroquias cercanas. El proyecto puede convertirse en una guía para planes futuros viales cercanos a zonas rurales con características similares que contribuyan el desarrollo integral de la región.

1.4.3 Delimitación

Cojitambo es una parroquia rural del cantón Azogues, en la provincia de Cañar, su ubicación tiene un aproximado de 15 kilómetros al oeste de la ciudad Azogues y 30 kilómetros al noreste de Cuenca; sus limitaciones son: Norte con las parroquias de Luis Cordero y Guapan que forman parte del Cantón Azogues; Sur con la parroquia de Charasol y al Oeste está próximo a parroquias del cantón Déleg y Solano que forman parte de la provincia de Cañar.

El presente proyecto se enfoca en el diseño geométrico y estructural de la vía de San Nicolás y Gullancay con una extensión desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 2+000.

Figura 2*Ubicación de la Vía*

Fuente: (Google Earth, 2024)

1.4.4 Objetivos**1.4.4.1 Objetivo General**

Diseñar una vía eficiente y segura desde el km 0+000 hasta el km 2+000, que conecte las comunidades de San Nicolas y Gullancay, cantón Azogues, provincia del Cañar.

1.4.4.2 Objetivo Especifico

- Realizar un levantamiento topográfico del tramo vial para obtener información precisa para el diseño.
- Determinar las condiciones geomecánicas del suelo con sus respectivos ensayos.
- Determinar el estudio para el tráfico promedio diario anual (TPDA).
- Diseñar la estructura del pavimento adecuada para las condiciones de la zona tanto como climáticas y su tránsito.

- Garantizar la seguridad vial en el diseño mediante la incorporación de elementos como señalización y medidas de protección para los usuarios.

2 Marco Teórico

El diseño y construcción de la infraestructura vial requiere tener una base conceptual sólida en base a conocimientos técnicos para certificar proyectos funcionales, seguros y sostenibles, tales como:

2.1 Topografía

En los proyectos de ingeniería civil la topografía es una herramienta esencial, que se delega en describir y representar gráficamente las características del terreno. Este conocimiento es indefectible para los diseños viales ya que asegura definir el trazado geométrico, evaluar las condiciones del terreno y se minimice riesgo durante la construcción (García, 2015).

Los levantamientos topográficos emplean equipos tradicionales como tecnologías avanzadas. Entre las herramientas están teodolitos, niveles ópticos, estaciones totales, sistema de GPS de alta precisión y drones. Las herramientas modernas permiten adquirir datos más precisos en menor tiempo, optimizando el proceso de diseño y construcción (Rodríguez, 2020). La elección del método adecuado y necesario depende de factores como la extensión del área de estudio y su complejidad; el éxito del proyecto influye directamente con la calidad del levantamiento topográfico.

2.2 Trafico

Para satisfacer las demandas de transporte actuales y futuras, el análisis de tráfico es una etapa clave en el diseño de infraestructura vial ya que accede determinar la capacidad requerida de la vía. Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del

MTOP (2003), este análisis incluye la evaluación de la proyección de crecimiento a largo plazo, la clasificación vehicular y del volumen de tráfico. Estos datos son fundamentales para definir parámetros como el número de carriles, el ancho de la calzada y las características geométricas necesarias para garantizar la fluidez y seguridad del tránsito.

El cálculo de la capacidad de la vía considera factores con, las condiciones de operación, el nivel de servicio y el tipo de terreno. Para ello, se aplica metodologías que consideran el flujo vehicular y las velocidades de circulación, adaptadas a las particularidades de cada proyecto. Esta orientación permite diseñar infraestructuras que sean eficientes y funcionales durante su vida útil (MTOP, 2003).

2.2.1 Transito Actual

Este transito se refiere al volumen de vehículos que circulan por una carretera en un periodo específico. Es clave este indicador para evaluar las condiciones operativas de la carretera.

2.2.2 Transito futuro

La estimación del tránsito futuro se realiza utilizando modelos matemáticos y estadísticas basadas en datos históricos del tránsito actual y promedio anual. La proyección se elabora a largo plazo ordinariamente de 15 a 20 años, permitiendo así definir parámetros como el número de carriles, el ancho de la calzada y las características geométricas necesarias para garantizar que la infraestructura sea funcional y eficiente (MTOP, 2003).

2.2.3 Trafico promedio Diario Anual

El tráfico promedio Diario Anual más conocido como TPDA, es una medida que se utiliza para determinar el volumen de vehículos que circulan por una carretera a lo largo de un año. Para el diseño y la planificación de carreteras la información es esencial,

ya que ayuda a establecer la capacidad necesaria de la carretera y ajustar el diseño de acuerdo a las necesidades del tráfico (MTOP, 2003). Este valor se obtiene calculando el número total de vehículos que pasan por una sección de vía durante 365 días, considerando la variación estacional y otros factores que pueden afectar la circulación.

2.2.4 Cálculo del TPDA

Este valor se obtiene a partir de los factores de variación y en función del tráfico. Existen cuatro factores de variación los cuales son:

Factor Horario (FH): “Transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a Volumen diario promedio” (MTOP, 2003).

Factor diario (FD): “Transforma el volumen de tráfico diario promedio en Volumen semanal promedio” (MTOP, 2003).

Factor semanal (FS): “Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en Volumen mensual promedio” (MTOP, 2003).

Factor Mensual (FM):” transforma el volumen mensual promedio de tráfico en Tráfico promedio diario anual (TPDA)” (MTOP, 2003).

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

Donde

To= Trafico observado

2.2.5 Trafico Proyectado

Es la estimación de vehículos que se desea obtener en un cierto tiempo.

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

Donde:

r=Tasa de crecimiento poblacional

t=Años a proyectar

2.2.6 ESALs

Equivalent Single Axle Loads (ESALs) representa el daño acumulado que generan varios tipos de vehículos sobre el pavimento, Según la AASHTO (1993), para un ajuste de esta mutabilidad, se convierte el volumen de tráfico en un numero equivalente de ejes de una carga estándar. Los ESALs consideran tanto la magnitud de las cargas vehiculares como su frecuencia (AASHTO, 1993).

2.2.7 Factores de carga equivalente (LEF)

“El factor equivalente de carga o LEF es un valor numérico que expresa la relación entre la perdida de serviciabilidad causada por una dada carga de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 80 KN en el mismo eje” (AASHTO, 1993). Estos factores dependen de varias características como el tipo y espesor de pavimentos, magnitud de carga y rigidez del suelo.

$$LEF = \frac{\text{No. de ESALs de 80 KN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{No. de ejes de x KN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

2.2.8 Factor Camión

“Se define como el número de ESALs por vehículo. Este factor de carga puede ser calculado para cada categoría general de camiones o como un promedio para todos los vehículos comerciales según una configuración de tráfico específica. Es más preciso considerar factores de carga individuales para cada categoría general de camiones” (AASHTO, 1993).

2.3 Carreteras

Las carreteras son infraestructuras esenciales dentro de una red de transporte, ya que permiten la conexión entre comunidades, ciudades y regiones, proporcionando el acceso servicios esenciales, mercados y oportunidades económicas. Su planificación y construcción demanda un análisis integral que examine factores técnicos, sociales y económicos (MTOP, 2018).

2.3.1 Clasificación de carreteras de acuerdo con el transito

Las vías se pueden clasificar en diferentes clases dependiendo del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 o 20 años.

Tabla 1. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Clase de Carreteras	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Mas 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: (MTOP, 2003)

2.3.2 Clase de Carreteras

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) clasifica el tipo de carreteras en función de su funcionalidad, conectividad y su TPDA, esto asegura que cada tipo de vía cumpla con los objetivos específicos de transporte.

Tabla 2. Relación función, clase MOP y trafico

Función	Clase de Carretera	TPDA(Año final de diseño)
Corredor Arterial	R-I o R-II	>8000
	I	3000 - 8000
Colectora	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
Vecinal	IV	100 - 300
	V	<100

Fuente: (MTOP, 2003)

2.3.2.1 Corredores Arteriales

Los corredores arteriales son vías principales de alta jerarquía funcional; diseñadas para el tránsito rápido y continuo entre ciudades principales, fronteras internacionales y regiones importantes. Su objetivo es facilitar el transporte de largo recorrido, soportando altos volúmenes de tráfico por lo que sus características geométricas deben permitir velocidades elevadas y un flujo vehicular constante (NEVI-12, 2013).

2.3.2.2 Vías colectoras

Su principal función es conectar áreas urbanas y rurales con las arterias principales, distribuyendo el tráfico hacia zonas específicas. Las carreteras requieren especificaciones geométricas que permitan un tránsito moderado y están diseñadas para manejar una mezcla de tráfico local y mediana distancia (NEVI-12, 2013).

2.3.2.3 Caminos Vecinales

Los caminos vecinales son vías de menor jerarquía que conectan comunidades rurales y áreas de baja densidad poblacional con la red vial principal. Estas carreteras, diseñadas para volúmenes bajos de tráfico, tienen especificaciones básicas y son esenciales para garantizar el acceso a servicios, mercados y actividades locales (NEVI-12, 2013).

2.4 Diseño Geométrico

El diseño geométrico implica un proceso donde se establece características físicas de una vía para garantizar su seguridad, eficiencia y funcionalidad. Considera apartados como el trazado, las pendientes, curvas e intersecciones, dependiendo de cada necesidad del tránsito proyectado (NEVI-12, 2013).

2.4.1 Velocidad de Diseño

Es un parámetro fundamental donde se elige la velocidad máxima que pueden circular los vehículos con seguridad bajo tráfico favorable y condiciones atmosféricas. La velocidad considera la topografía, el tráfico evaluado y el uso del terreno; determina las características físicas y operativas de la vía, como el trazado horizontal y vertical, las pendientes y las curvas. El propósito es tener mayor seguridad, e influye en los costos de construcción y mantenimiento (MTOP, 2003).

Tabla 3. Velocidades de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H														
			BASICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFICILES							
			RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MOTAÑOSO			
			Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Utilizada para un cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependiendo de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal	Utilizaba por el cálculo de los elementos de la sección transversal y otras pendientes de velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal	Utilizada para el cálculo de los elementos de la sesión transversal y otras dependient	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Utilizada para el cálculo de los elementos de la sesión transversal y otras dependient				
			Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta
R-I o R-II		>8000	120	110	100	96	110	90	95	85	90	80	90	90
I	TODOS	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	80	80	80
II	TODOS	1000 - 3000	100	90	90	86	90	80	85	80	70	50	70	50
III	TODOS	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	5.5E, 6 y 7	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 Y 4E	<100	60	50	80	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: (MTOP, 2003)

Tabla 4. Elementos de una curva simple

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
PI	Punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva
PC	Principio de curva: punto donde termina la tangente y empieza la curva.
PT	Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.
O	Centro de la curva circular
Δ	Angulo de deflexión de las tangentes: ángulo de deflexión principal.
R	Radio de curva circular simple
T	Tangente o sub tangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT
L	Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
CL	Cuerda Larga: distancia en línea recta desde el PC al PT

Fuente: (Cárdenas Grisales, 2013)

2.4.3 Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical se refiere a la configuración de las pendientes y curvas a lo largo de la vía. Las pendientes longitudinales son uno de los elementos clave del alineamiento vertical. Las pendientes deben estar diseñadas dentro de ciertos límites para evitar sobrecargar los vehículos y asegurar un tránsito seguro. Este diseño debe garantizar la seguridad, la comodidad y la eficiencia del tránsito vehicular, contemplando factores como la topografía, la velocidad de diseño y las condiciones climáticas (MTOP, 2003).

2.4.4 Peralte

El peralte es una inclinación transversal aplicada a la calzada en las curvas horizontales para mejorar la comodidad y seguridad de los vehículos, contrarrestando la fuerza centrífuga que actúa al momento de girar. Su diseño depende de la velocidad de diseño, el radio de curvatura y las condiciones de fricción. El peralte y las condiciones de fricción van de la mano debido a que el ángulo del peralte no debe exceder ciertos límites; contando con una fricción adicional se evita el deslizamiento lateral del vehículo (MTOP, 2003).

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

Donde:

V= Velocidad de diseño, km/h.

R= Radio de curvatura, m.

F= Máximo coeficiente de fricción lateral.

2.4.5 Radio Mínimo de Curvatura

La normativa establece que el radio mínimo de curvatura debe ajustarse a las características Específicas de la vía cómo su categoría, las condiciones topográficas y el tipo de tránsito. Este valor testifica La seguridad del tránsito a una velocidad de diseño específico, que considera el peralte máximo y el coeficiente de fricción lateral correspondiente. No se recomienda utilizar un radio mínimo exacto en el diseño de las curvas, Si no que se opten por valores ligeramente superiores ya que permite una mayor tolerancia ante variaciones en las condiciones reales de operación (MTOP, 2003).

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

Donde:

r= Radio mínimo de curvatura, m.

v= Velocidad de diseño, km/h.

f= Máximo coeficiente de fricción lateral.

e= Peralte de la curvatura, m/m.

2.4.6 Coeficiente de fricción lateral

El coeficiente de fricción lateral es un parámetro esencial en el diseño geométrico ya que indica la fuerza que ejerce el neumático del vehículo en contacto con la superficie del pavimento. El coeficiente influye directamente en la estabilidad del vehículo al

transitar por curvas horizontales Y es importante para el cálculo del radio de la curvatura mínima y el peralte necesario.

Tabla 5. Coeficiente de fricción lateral en base a la velocidad de diseño

Velocidad de Diseño km/h	"f" maximo	RADIO MINIMO CALCULADO				RADIO MINIMO RECOMENDADO			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.35		7.32	7.58	8.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.66		20	25	25
30	0.284		19.47	20.5	21.67		25	30	30
35	0.255		26.79	30.02	32.7		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	40	50
45	0.2		55.75	59.94	64.82		58	60	65
50	0.165		72.91	78.74	86.69		75	80	90
60	0.185	105.97	115.7	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.15	154.35	187.75	189.73	203.07	160	170	185	205
80	0.14	209.97	229.95	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.55	298.94	328.7	366.55	275	300	330	320
100	0.13	342.35	374.95	414.42	465.16	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.94	517.8	550.95	430	470	520	585
120	0.12	515.39	588.93	629.92	708.85	520	570	630	710

Fuente: (MTOP, 2003)

2.4.7 Distancia de frenado

Se define como el trayecto o el espacio necesario que recorre un vehículo desde que el momento identifica cuando debe de tenerse de manera segura al enfrentar un obstáculo inesperado. Esta medida está influenciada por factores como la capacidad de frenado, el coeficiente entre los neumáticos y el pavimento, la velocidad del vehículo y la pendiente longitudinal de la vía. El propósito es establecer estándares mínimos que aseguren la seguridad en las vías; también va a depender del tiempo de percepción y reacción del conductor (MTOP, 2003).

$$D = \frac{V^2}{254 * (G \pm f)}$$

Donde:

f= Coeficiente de fricción.

G= Porcentaje de pendiente, positiva de ascenso (+) y negativa (-) de bajada.

V= Velocidad inicial km/h.

2.4.8 Distancia de visibilidad en curvas horizontales

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

$$m = R_c * (1 - \cos(\frac{28,65 * D_p}{R_c}))$$

Donde:

R_c= Radio de curvatura critico

D_p= Distancia de frenado

2.4.9 Distancia de visibilidad lateral

En las vías es crucial que los conductores mantengan una distancia de visibilidad lateral adecuada con el fin de garantizar la seguridad del tráfico. Los conductores deben poder anticipar con suficiente antelación a vehículos o personas que puedan cruzar desde la acera a la calzada (MTOP, 2003).

$$dL = \frac{V_t}{V_v} * d$$

Donde:

V_t= Velocidad del transeúnte promedio (suposición 10 km/h)

V_v= Velocidad del diseño del vehículo, km/h.

D= Distancia de visibilidad para la parada del vehículo, m.

2.4.10 Distancia de rebasamiento

La distancia de rebasamiento es un parámetro fundamental en las carreteras de 2 carriles. Se determina según la longitud de la carretera requerida, para que los vehículos puedan realizar maniobras de adelantamiento de manera segura. Lo que se debe considerar generalmente en el escenario es que el vehículo rebase a otro a la vez. Por lo general los valores de diseño de rebasamiento son suficientes para permitir ocasionalmente multi rebasamientos (MTOP, 2003).

Tabla 6. Distancia mínima de velocidad para rebasamiento

Vd, km/h	VELOCIDADES DE LOS VEHICULOS km/h		DISTANCIA MIN DE REBASAMIENTO, METROS	
	REBASADO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40	---	(80)
30	28	44	---	(110)
35	33	49	---	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	30	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: (MTOP, 2003)

2.4.11 Sobre anchos de Curva

El sobreancho es su factor clave que implementa para facilitar el paso seguro de vehículos de diferentes tamaños, incluido los de gran tonelada, garantizando así un margen de seguridad adecuado para los conductores. Estos márgenes proporcionan espacio para la detención de vehículos o la circulación del peatón y deben ser adecuados para garantizar la seguridad en situaciones de emergencia o mal tiempo (MTOP, 2003).

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

R= Radio de la curva circular(m)

A= Ancho del vehículo(m)

S= Sobre ancho(m)

V= Velocidad de diseño(km/h)

L= Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño

2.4.12 Secciones transversales

Las secciones transversales son representaciones gráficas donde se muestra el perfil de la carretera en un plano perpendicular a su eje longitudinal. Permite conocer los elementos que conforma la vía como: la calzada, márgenes, cunetas, bermas, y taludes. Lo función principal es calcular el volumen de tierra que se debe remover durante el proceso constructivo y asegura que la carretera cumpla con los estándares de seguridad y funcionalidad. (González M. , 2016)

2.5 Tipos de terreno

El tipo de terreno desempeña un papel crucial en el diseño de carreteras, debido a que influye en las decisiones de trazado como su alineamiento horizontal, pendientes, visibilidad y secciones transversales (NEVI-12, 2013). La NEVI-12 propone una clasificación de varios tipos de terreno que se debe considerar entre cuales se destacan los siguientes:

2.5.1 Terreno plano

Ofrece una base estable y uniforme para la construcción de la carretera, por lo general tiene pendientes transversales a la vía menores al 5%. El trabajo de excavación y

movimientos de tierras es mínimo; no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación.

2.5.2 Terreno Ondulado

Presenta ligeras variaciones en la elevación con pendientes transversales a la vía 6% al 12%. El diseño de carreteras debe adaptarse a las ondulaciones del terreno, lo que puede generar curvas y cambios de alineación.

2.5.3 Terreno Montañoso

Las pendientes transversales varían del 13% al 40%. El movimiento de tierras es grande por este motivo se presentan dificultades en el trazado y en la explanación.

2.5.4 Terreno escarpado

Para la construcción de carreteras se necesita un movimiento de tierras máximo porque el terreno presenta pendientes transversales a la vía mayores al 40%. Existen muchas dificultades para el trazado y la explanación.

2.6 Ensayo DCP

El Ensayo de penetración dinámica con cono es una metodología de prueba in situ que permite obtener la capacidad portante de un suelo mediante la medición de resistencia a la penetración de un cono metálico estándar bajo el impacto de un martillo. El ensayo se emplea en proyectos de construcción de carreteras y pavimentos donde se quiere evaluar la calidad material de base y subrasante.

2.7 Ensayo de CBR

El diseño de pavimentos tiene un ensayo esencial que es el CBR, Permite obtener el espesor de las capas necesarias para soportar cargas vehiculares. Cada valor del CBR se correlaciona directamente con la capacidad portante del suelo siendo utilizado en

métodos de diseño empírico como el propuesto por la Asociación Americana de Carreteras Estatal y Transporte (AASHTO, 1993).

2.8 Pavimentos

Un pavimento se compone de varias capas diseñadas para soportar y distribuir las cargas vehiculares a la subrasante; es una base preparada por el diseño de la vía. Proporcionando una superficie adecuada para la circulación. Los pavimentos se clasifican en dos tipos rígidos y flexibles (Huang, 2004).

2.8.1 Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles están compuestos por varias capas de materiales la capa superior es una mezcla bituminosa llamada carpeta asfáltica. Su diseño está orientado a distribuir las cargas de manera gradual hacia las capas inferiores que son la base y subbase.

2.8.1.1 Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es la capa superior del pavimento flexible diseñada para resistir directamente las cargas de tráfico y proteger las capas inferiores. El principal objetivo es proporcionar una superficie de rodadura suave y segura para los vehículos, resistiendo así la deformación que es causada por el paso vehicular (Huang, 2004).

2.8.1.2 Base

La base es importante en el diseño de pavimentos, siendo la encargada de distribuir de manera uniforme las cargas hacia la subbase. Su objetivo es proporcionar soporte estructural a la carpeta asfáltica mejorando así la resistencia al agua y a la deformación.

2.8.1.3 Subbase

A su base es una capa que se encuentra al final de la base y la subrasante. Su función principal es mejorar las condiciones de soporte y drenaje del pavimento. Por lo general suele estar constituida de un suelo granular natural o estabilizado, con partículas más finas que las de la base (Huang, 2004).

2.8.2 Diseño de pavimentos flexibles

El diseño de pavimentos de carretera se rige por los procedimientos establecidos por el método AASHTO de 1993. En nuestro caso de estudio son pavimentos flexibles, por lo cual nos recomienda limitar el tratamiento de las superficies de rodadura a hormigón asfáltico y tratamiento superficiales, debido a que debe soportar un alto volumen de tráfico.

2.8.3 Confiabilidad R

El valor “R” Es la probabilidad de que pavimento funcione adecuadamente durante su vida útil bajo las condiciones de tráfico y clima.

Tabla 7. Confiabilidad R

Tipo de Camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona RURAL
Rutas interestatales y autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: (AASHTO, 1993)

2.8.4 Módulo Resiliente

El módulo Resiliente evalúa las propiedades de los suelos base, esencialmente para determinar las condiciones de la subrasante y calcular los espesores de las capas de

pavimento. El método AASHTO 93 Relaciona el módulo resiliencia con el CBR lo que resulta útil en región es sin acceso a equipos especializados para medir el módulo de elasticidad (AASHTO, 1993).

Figura 4

Determinación del módulo Resiliente

$$\begin{array}{ll} MR = 1500(CBR) & CBR < 10\% \\ MR = 3000(CBR)^{0.65} & 10\% < CBR < 20\% \\ MR = 4326 \times \ln(CBR) + 241 & \text{Suelos granulares} \end{array}$$

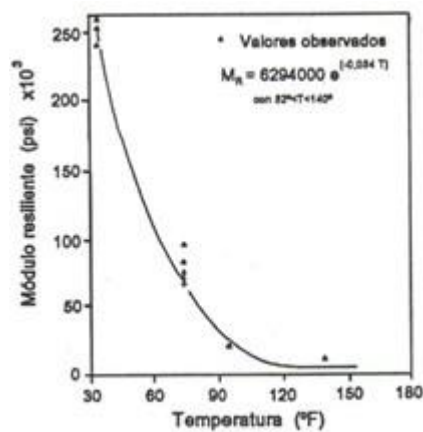
Fuente: (AASHTO, 1993)

2.8.5 Módulo de resiliente de la carpeta asfáltica

Este valor se calcula mediante un ábaco que presenta la normativa AASHTO 93.

Figura 5

Módulo resiliente del Asfalto



Fuente: (AASHTO, 1993)

2.8.6 Numero estructural

El número estructural es un método donde se le asigna a cada capa de pavimento un coeficiente necesario para la construcción del pavimento flexible. El propósito de los coeficientes es transformar los espesores reales en números de estructura (SN), Representando la capacidad relativa que tiene cada material con el fin de contribuir a la estructura de pavimento.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

Donde:

a_1 = Coeficiente estructural del asfalto

a_2 = Coeficiente estructural de la base granular

a_3 = Coeficiente estructural de la subbase

D = Espesores de las respectivas capas

2.8.7 Determinación de números estructurales

Para la determinación de números estructurales se recomienda un CBR de al menos 30% para estimar los módulos resilientes de la subbase y sus coeficientes estructurales usando los ábacos de AASHTO. Para la base, se sugiere un CBR mínimo del 80% siguiendo el mismo criterio.

El coeficiente estructural del asfalto se calcula mediante una fórmula específica:

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

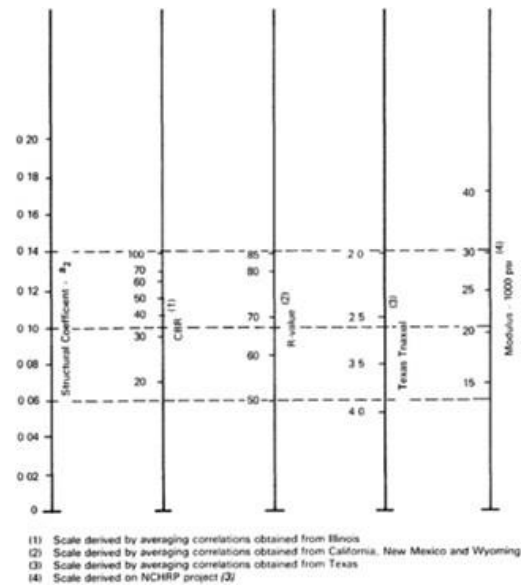
Donde:

a_1 = Coeficiente estructural del asfalto

Mr = Modulo de resiliencia del asfalto

Figura 6

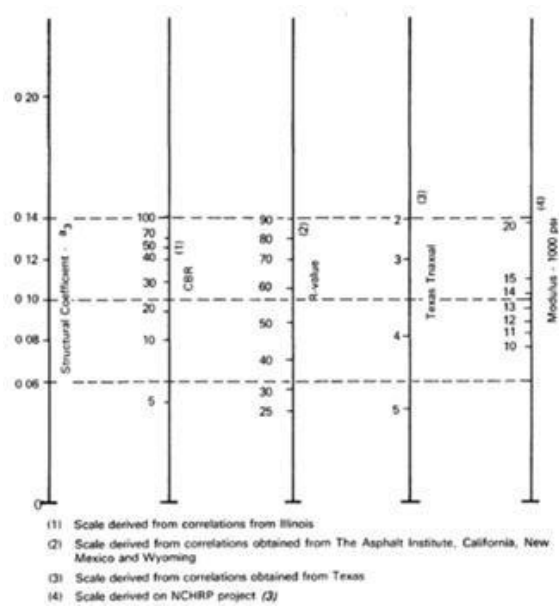
Abaco Para el cálculo del coeficiente a_2 para Base



Fuente: (AASHTO, 1993)

Figura 7

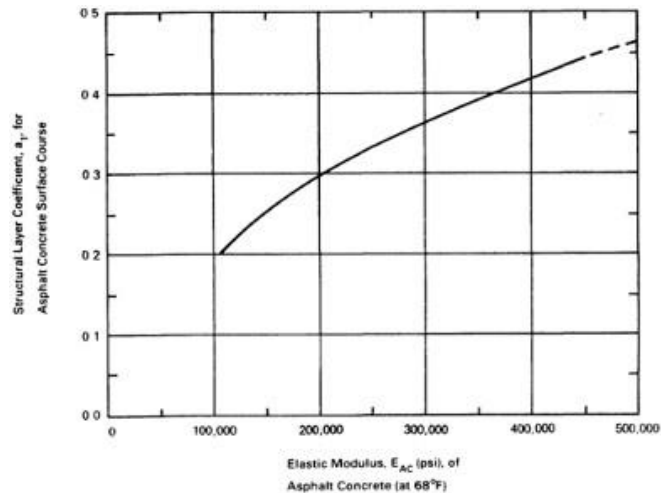
Abaco Para el cálculo de coeficiente a_3 para subbase



Fuente: (AASHTO, 1993)

Figura 8

Abaco Para el cálculo del coeficiente a_1 para asfalto



Fuente: (AASHTO, 1993)

2.8.8 Pérdida de serviciabilidad

Este componente mide la capacidad para soportar el flujo vehicular evaluada mediante índices de servicio actual (PSI). El diseño considera aspectos operativos y de mantenimiento para ganar un nivel mínimo de operación al final de su vida útil.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

ΔPSI = Índice de serviciabilidad

P_o = Serviciabilidad Inicial

P_t = Serviciabilidad Final

2.8.9 Características de drenaje

Aunque el drenaje es prioritario en el diseño de carreteras, los métodos modernos suelen emplear subrasantes de baja permeabilidad, esto permite ajustar la capacidad de drenaje según las condiciones específicas del diseño. La norma AASHTO, sugiere valores

recomendados en función de la calidad del drenaje destacando su impacto en la durabilidad del pavimento. Un buen drenaje evita acumulaciones de agua que podrían reducir la resistencia estructural y acelerar el deterioro de las capas de pavimento.

Figura 9

Calidad del drenaje según exposición a la humedad

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: (AASHTO, 1993)

2.8.10 Diseño estructural

De acuerdo con la AASHTO (1993), este método es aplicable a carreteras que soporten más de 50,000 vehículos equivalentes de carga de 8.2 toneladas. El diseño del pavimento flexible se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{Log } W_{18} = ZR * S_o + 9.36 \text{ Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \left(\frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \text{ Log}(Mr) - 8.07$$

Donde:

W18= Número estimado de eje simples equivalentes de 8.2 Toneladas

ZR= Desviación estándar normal

So= Error standard combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento

ΔPSI = Diferencias entre los índices de serviciabilidad

M_r = Módulo resiliente (psi)

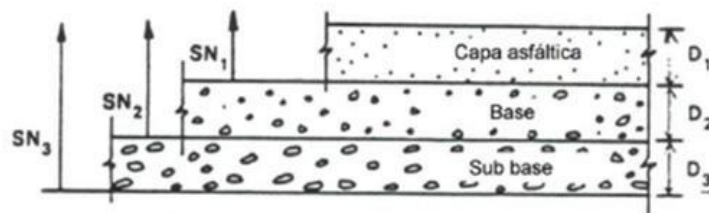
SN = Número estructural

2.8.11 Análisis de espesores

El análisis de espesores es un proceso utilizado para determinar el espesor adecuado de las capas de pavimento flexible como la subbase, base y capa asfáltica en función del tráfico esperado, las condiciones del suelo y los requisitos de desempeño. Estos espesores deben cumplir con las condiciones propuestas para garantizar la adecuada capacidad estructural de pavimentos (AASHTO, 1993).

Figura 10

Capas del pavimento flexible



Fuente: (AASHTO, 1993)

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1' = a_1 D_1 > SN_1$$

$$D_2' \geq \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 m_2}$$

$$SN_1' + SN_2' \geq SN_2$$

$$D_3' = \frac{SN_3 - (SN_2' + SN_2')}{a_3 m_3}$$

2.9 Drenaje

El drenaje tiene como objetivo principal manejar efectivamente las aguas superficiales y subterráneas; garantiza la durabilidad de la infraestructura, evitando la erosión de taludes, protege el deterioro prematuro del pavimento y garantiza la seguridad de los usuarios (Sánchez & López, 2018). La implementación de soluciones en el tramo de San Nicolás-Gullancay, es aplicar cunetas y alcantarillado de alivio a la estabilidad de la vía y a la seguridad de los usuarios alineándose con las mejores prácticas de ingeniería vial.

2.9.1 Cunetas

Las cunetas son elementos fundamentales en el sistema de drenaje Para el funcionamiento seguro de las carreteras. Su principal función es recoger y conducir el agua de lluvia fuera de la calzada evitando charcos peligrosos y el deterioro de la estructura del pavimento mediante el control del nivel freático. El diseño va a permitir certificar la protección de los taludes y permanencia de la vía (González & Martínez, 2019).

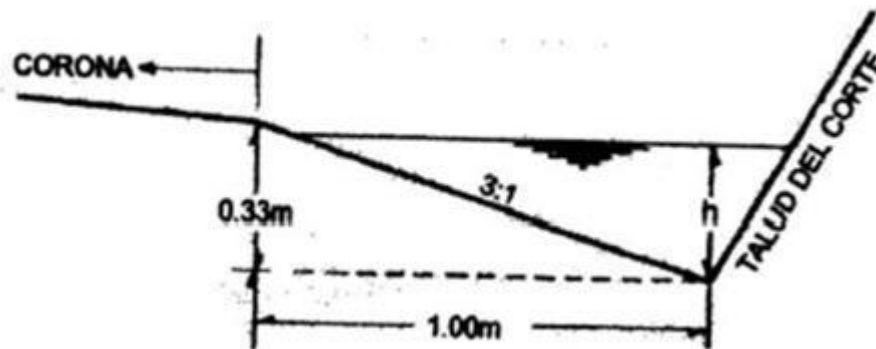
2.9.2 Forma de la Sección

El diseño de la cuneta va a depender de su forma y revestimiento destacando las cunetas trapezoides que angulares y rectangulares, por lo general las cunetas triangulares tiene un mayor énfasis de diseño, debido a su fácil construcción y mantenimiento. El

manejo de cunetas con sección rectangulares y trapezoidales se emplea en situaciones donde se requiera una mayor capacidad hidráulica.

Figura 11

Dimensiones típicas de cunetas



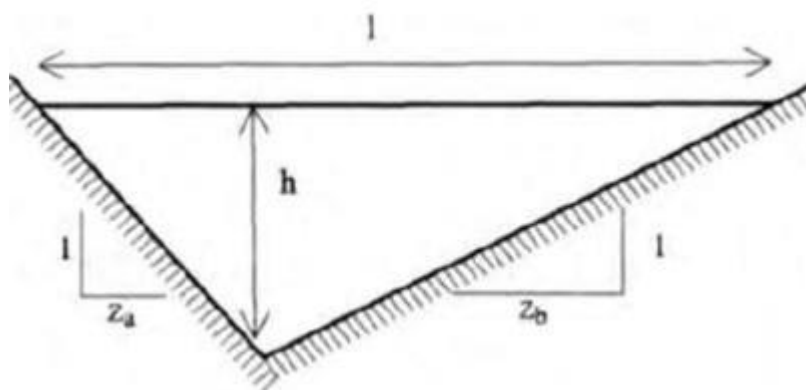
Fuente: (MTOP, 2003)

2.9.3 Sección típica de la Cuneta

Para el diseño se va a emplear cunetas triangulares que tienen un uso mayoritario en el Ecuador, por este motivo se emplea una sesión de la norma NEVI -12.

Figura 12

Sección Típica de una cuneta



Fuente: (NEVI-12, 2013)

2.9.4 Cálculo del Coeficiente de escorrentía C

Los coeficientes de escorrentía van a depender del tipo de material o el suelo (Urban Water Resources Research Council, 1992).

Tabla 8. Coeficientes de escorrentía

TABLE 5.5: Normal Range of Runoff Coefficients*

Character of Surface (1)	Runoff Coefficients (2)
Pavement	
Asphalt and Concrete	0.70 to 0.95
Brick	0.70 to 0.85
Roofs	0.75 to 0.95
Lawns, Sandy Soil	
Flat (2 percent)	0.05 to 0.10
Average (2 to 7 percent)	0.10 to 0.15
Steep (>7 percent)	0.15 to 0.20
Lawns, Heavy Soil	
Flat (2 percent)	0.13 to 0.17
Average (2 to 7 percent)	0.18 to 0.22
Steep (>7 percent)	0.25 to 0.35

TABLE 5.6: Typical Composite Runoff Coefficients, by Land Use*

Description of Area (1)	Runoff Coefficients (2)
Business	
Downtown	0.70 to 0.95
Neighborhood	0.50 to 0.70
Residential	
Single Family	0.30 to 0.50
Multi-units, detached	0.40 to 0.60
Multi-units, attached	0.60 to 0.75
Residential (suburban)	0.25 to 0.40
Apartment	0.50 to 0.70
Industrial	
Light	0.50 to 0.80
Heavy	0.60 to 0.90
Parks, cemeteries	0.10 to 0.25
Playgrounds	0.20 to 0.35
Railroad yards	0.20 to 0.35
Unimproved	0.10 to 0.30

Fuente: (Urban Water Resources Research Council, 1992)

2.9.5 Cálculo del caudal en la estructura

En las estructuras lo que se espera es determinar un caudal máximo. Se utiliza la ecuación del Método Racional. Esta ecuación nos permite calcular caudales máximos de manera eficiente y precisa. (Gutiérrez Balderrama, 2025).

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q= Caudal (m³/s).

C= Coeficiente de escorrentía.

I= Intensidad de las lluvias(mm/h).

A= Área (Hectáreas).

2.10 Señalización

2.10.1 Señalización vertical

Para el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), la señalización vial surge con el fin de garantizar y cuidar el flujo de tránsito y la vida de los usuarios dentro de avenidas, calles, carreteras, entre otros. Esto nos lleva a que el uso y la aplicación correcta de las señalizaciones ubicadas en las vías del país, permiten al tráfico y la movilidad efectuar maniobras con el fin de evitar y disminuir los accidentes. El diseño de los dispositivos de señalización debe estar orientado para un fácil entendimiento y no generar interpretaciones erróneas. Así pues, el reglamento del Instituto Ecuatoriano de Normalización estipula y regula la forma, colores, ubicación, entre otras características que deben adoptar las señaléticas (INEN, 2011).

2.10.2 Colores

Utilizar diferentes colores dentro de la señalización tiene como objetivo llamar la atención tanto de conductores y peatones y así generar respuestas rápidas y oportunas, asimismo, prevenir cualquier tipo de peligro y accidentes que se puedan presentar. Dentro de la Normativa se describen los colores utilizados en las distintas señalizaciones y su finalidad (INEN, 2011)

Rojo este color se emplea para informar limitaciones dentro de las vías, que indican a los conductores el disminuir la velocidad y el detenerse, entendiéndose en el caso de las señalizaciones de PARE y CEDA EL PASO, así también, el no ingresar a los lugares indicados para evitar riesgos y no cometer faltas y contravenciones.

Negro se emplea en las flechas de direccionamiento y en las señales con fondos de los colores blancos, amarillos, verde lima y naranja. De la misma manera, indica tomar medidas de precaución en casos de peligro.

Blanco es utilizado en las señales reglamentarias y en aquellas que brindan información, distancias y prestaciones de servicios que se pueden encontrar en las rutas, generalmente son flechas y símbolos que dependen de las condiciones del lugar para su correcta visualización, realizados en fondos de color azul, negro, rojo o café.

Amarillo este color está presente en las señales preventivas que buscan perpetuar la seguridad vial e informar los riesgos y condiciones de peligro que se presenten en las rutas, asimismo, delimitar las acciones para el tránsito seguro.

Naranja indica a los usuarios que se está realizando distintos trabajos en la calzada o cerca de la misma y se interfiere en el flujo de tránsito, de la misma forma, señalan los cruces en zonas escolares en donde se debe disminuir la velocidad o dado caso detenerse.

Verde es el color de fondo en las señales de información de los lugares y rutas próximas, al mismo tiempo, señalan las tarifas en los sistemas de peajes, finalmente, dentro de las urbes las flechas y símbolos de color verde indican las zonas de parqueo no tarifado.

Azul las señalizaciones con fondo azul brindan información y ubicación de estaciones de servicio, lugares turísticos y sitios especiales en las rutas, de igual manera, dentro de las zonas urbanas este color indica las zonas tarifadas y los espacios destinados a paradas de bus.

Café es el color de fondo en señales que muestran lugares turísticos y destinos especiales medioambientales en la ruta.

Verde limón indican la presencia de zonas escolares en la ruta.

2.10.3 Distancia de legibilidad

En el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE especifica los alfabetos que se pueden utilizar para las señaléticas y los mensajes de cada una. La serie del alfabeto de mayúsculas de la D y E presentan la mejor visibilidad y legibilidad gracias a sus características lo que permite su entendimiento a distancia y velocidad en la ruta. Por otra parte, la serie C se implementa en señales con poco espacio debido a que su calidad de visualización, esta serie se utiliza en la gran mayoría de señalizaciones. mientras que las series A y B son destinadas para delimitar las zonas de parqueo y lugares donde se transite en velocidades bajas y puedan facilitar la visibilidad (INEN, 2011).

La distancia de legibilidad de las series C, D, E y E modificada para el diseño de las señales de información se encuentra detallada a continuación:

Figura 13

Distancia de legibilidad

SERIE DE LETRAS	DISTANCIA DE LEGIBILIDAD EN METROS POR 10 mm DE TAMAÑO DE LETRA
C	5 m
D	6 m
E	7 m
E modificada	7,5 m*

Fuente: (INEN, 2011)

2.10.4 Señales de información

Las señales de información vial tienen como objetivo principal guiar a los transeúntes, y permitirles acceder a sus destinos de forma segura y en el menor tiempo posible con la información brindada. Sin embargo, al ser una señalización común en la ruta y con mensajes claros no deja de ser menos importante ni disminuye su eficacia para acceder a ubicaciones apropiadas. Es por esta razón que, la ubicación estratégica de estas señales juega un rol importante para que se logre el objetivo y facilite el flujo de los

usuarios. Para esto es importante considerar la zona, los alrededores y el fondo esto con el fin de lograr el impacto visual deseado en los transeúntes.

2.10.5 Ubicación

Las señales se ubican en puntos estratégicos ya sean en el lado derecho de la vía o en ciertas zonas que se colocan sobre las calzadas las denominadas instalaciones aéreas, donde se espera que los conductores tengan la capacidad de seguir las indicaciones presentadas, disminuir la velocidad o detenerse, es así que, las señales que se ubican en los laterales de las vías deben adaptarse al tamaño de la letra para que pueda ser legible para los conductores siempre que se cumpla que el parterre tenga el espacio necesario (INEN, 2011).

Para las señales de advertencia dentro de una vía urbana se debe ubicar a 100 m y en las vías rurales en un rango de 150m a 200m antes de llegar a la intersección, en los lugares donde se recorre a altas velocidades como por ejemplo las vías perimetrales se recomienda colocar la señal aproximadamente a 400 m antes de la intersección.

2.10.6 Diseño de las flechas

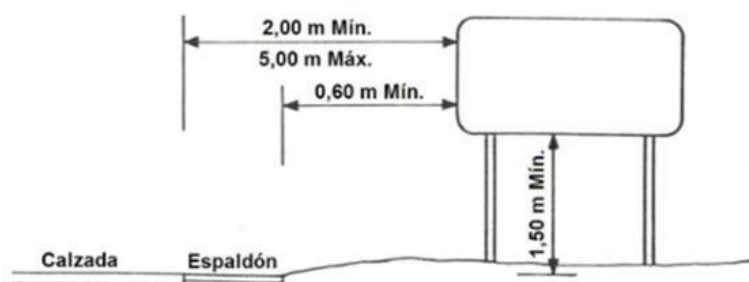
En las señales de tránsito las flechas son importantes al orientar la circulación en los carriles y ordenar el tránsito, así mismo, se utilizan para indicar los carriles y asignar las direcciones en las rutas. En el diseño de las flechas cada dirección indica lo siguiente: la flecha que apunta hacia abajo se utiliza para restringir el uso de un carril, las flechas que apuntan hacia un lado ya sea derecho o izquierdo guía el cambio de dirección e indica la disminución de la velocidad para los cambios de carril o ingreso a desvíos, esta señalización busca generar una respuesta rápida en los conductores como también mantener el flujo del tránsito y evitar accidentes (INEN, 2011).

Figura 14*Diseño de Flechas*

Fuente: (INEN, 2011)

2.10.7 Soportes para Señalización

Los soportes para las señales de información se deben diseñar para dos tipos de zonas: las laterales y las aéreas. En las urbes se colocan grandes señales en las aceras los soportes deben estar colocados en lugares donde no afecte el tránsito ni tampoco genera accidentes a los peatones. En el caso de las vías rápidas o perimetrales se deben ubicar los soportes con el fin de evitar que los carros colisionen con los mismos.

Figura 15*Soporte normal de dos postes – rural*

Fuente: (INEN, 2011)

2.10.8 Diseño

Para el diseño de las señales de advertencia de destino se utiliza un formato agrupado, en donde el destino más próximo se sitúa en la parte superior de la señal y

también los kilómetros de distancia a los que se encuentra esa ubicación. En otros diseños se emplean también flechas para tomar las intersecciones.

Figura 16

Señal de advertencia de destino



Fuente: (INEN, 2011)

2.10.9 Señales Regulatorias

Las señales regulatorias ordenan el tránsito y el no seguir las mismas constituye una infracción a las leyes. Dentro del INEN las señales regulatorias se representan con la letra R y generalmente va en señales de forma rectangular. Para la instalación de estas señales en la vía pública se debe seguir un proceso y cumplir con las normas de ubicación y diseño especificadas en el Reglamento, de no ser así serán retiradas (INEN, 2011).

Figura 17

Señal de decisión de destino (11 – 2a)



Fuente: (INEN, 2011)

2.10.10 Clasificación de Señales Regulatorias

La normativa INEN (2011), clasifica las señales regulatorias y para esta investigación se toman en consideración las siguientes:

R1 Serie de prioridad de paso se ubican en lugares estratégicos donde se espera aplicar la reglamentación señalada, generalmente se pueden observar a la entrada de una intersección.

PARE (R1-1) para el INEN (2011), esta señal indica al conductor detener el automóvil, y continuar la marcha después de analizar si es posible hacerlo y evitar accidentes de tránsito. La ubicación del PARE debe permitir su visualización y cumplir con las normas dispuestas para lograr una reacción favorable en los conductores y beneficiando al flujo del tránsito.

Figura 18

Señalización Pare (R1 – 1)



Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Fuente: (INEN, 2011)

Doble vía (R2-2) según el (INEN, 2011), indica que el tránsito circula en los dos sentidos de la vía, esta señal se encuentra al inicio de la vía y suele repetirse en las intersecciones que terminen en esta calle, para que los conductores tomen las

precauciones necesarias. para su visualización el diseño de esta señal es un rectángulo de fondo negro, sobrepuesta una flecha blanca con borde sobre reflectivo.

Figura 19

Señalización Doble Vía (R2 - 2)



R2-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R2-2A	900 x 300	100 Cm
R2-2B	1350 x 450	140 Cm

Fuente: (INEN, 2011)

Serie de límites máximos - R4

Límite máximo de velocidad (R4-1) en las normas del INEN (2011), esta señal indica el límite máximo para conducir en ciertos tramos de las vías del país. Para la ubicación de esta señal las entidades correspondientes realizan pruebas y estudios previos de las condiciones temporales, así mismo, se considera el tipo de la calzada y los demás factores presentes del tramo de estudio, previniendo accidentes y evitar desenlaces fatales que pueden tener lugar al superar las velocidades establecidas, de la misma forma esta señal se expresan en múltiplos de 10 y se especifica para cada modelo de transporte que circule ya sean vehículos livianos, pesados y buses.

Estas señales se presentan en un cuadro de fondo blanco y en el centro se observa un círculo rojo retro reflectivo y dentro de este está el numero de la velocidad máxima para la zona que es de color negro.

Figura 20

Señalización límite máximo de velocidad



R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Fuente: (INEN, 2011)

2.10.11 Señales Preventivas

Estas señales se utilizan para indicar al conductor que debe tomar medidas de precaución frente a las condiciones presentes en la zona, por lo que debe reducir la velocidad en la que está transitando para poder realizar la maniobra que se indica. Para identificar esta señal se utiliza la letra P y tiene la forma de rombo y fondo de color amarillo.

Clasificación de las Señales Preventivas

Según el INEN (2011), las señales preventivas son de distintos tipos y se han considerado las siguientes:

Serie de alineamiento (P1)

Se ubican antes de ingresar a una curva horizontal, dependiendo el tipo de curva y la velocidad de aproximación en que circule las dimensiones de la señal varían.

Curva cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D) en el reglamento INEN (2011), esta señal anticipa que se aproxima una curva cerrada, se instalan estratégicamente antes de la curva con un ángulo de viraje igual o mayor que 90 grados

y va acompañada de una señal indicando la reducción de la velocidad para la circulación. El diseño se realiza en un rombo de fondo amarillo y una flecha que con dirección izquierda o derecha dependiendo de la dirección de la curva señalada.

Figura 21

Señalización Curva Cerrada

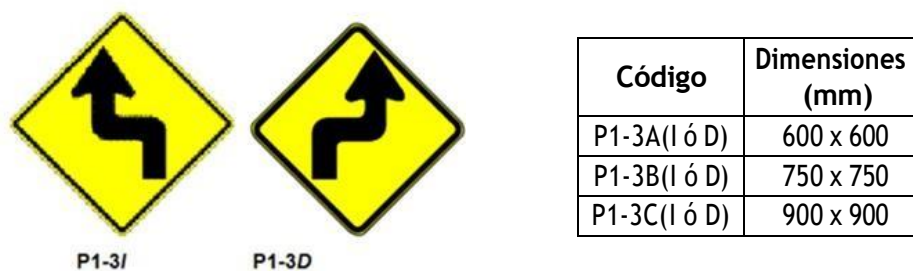


Fuente: (INEN, 2011)

Curva y contra curva cerradas izquierda-derecha (P1-3I) y derecha-izquierda (P1-3D) indica que se aproxima dos curvas contrapuestas y continuas estas curvas no se distancian más de 120 m. Esta señal se ubica antes de la curva y se aconseja que sea acompañada de una señal de límite de velocidad.

Figura 22

Señalización Curva y Contracurva cerrada



Fuente: (INEN, 2011)

Serie peatonal (P6)

Peatones en la vía (P6-1) para el INEN (2011), esta señal indica a los conductores reducir la velocidad y tomar precauciones porque pueden existir peatones cruzando la vía, esta señal se representa en un rombo de fondo amarillo y en el centro de color negro se representa a una persona cruzando.

Figura 23

Señalización Peatones en la Vía



Codigo	Dimensiones (mm)
P6-1A	600 x 600
P6-1B	750 x 750
P6-1C	900 x 900

Fuente: (INEN, 2011)

2.10.12 Señalización Horizontal

La señalización horizontal tiene como objetivo guiar a los usuarios de las vías, controlar el flujo del tráfico y garantizar seguridad en todo momento. Estas señales están realizadas en las calzadas, permitiendo que los conductores puedan observar las instrucciones claramente (INEN, 2011).

2.10.13 Mensaje

Conforme a las normativas estipuladas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano 004, las señalizaciones representan su mensaje con el uso de símbolos y leyendas colocadas en la superficie de las vías, no obstante, es importante resaltar que estas señales presentan ciertas limitaciones como, por ejemplo:

- La distancia de visualización es menor con respecto a las señales verticales

- En ciertas zonas pueden ser tapadas con desplazamiento de sedimentos sobre la calzada.
- El temporal afecta de manera directa debido a que en zonas nubladas y lluviosas dificulta la visibilidad.
- Estas señales necesitan de constante mantenimiento debido a que están expuestas en todo momento.

2.10.14 Ubicación

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), estas señales deben estar ubicadas en lugares donde permitan al conductor seguir los lineamientos solicitados, asimismo, garantizar que dentro de las perimetrales en donde se circulan a altas velocidades los usuarios sean capaces de observar las señales, analizarlas y realizar las maniobras de forma segura.

2.10.15 Color

Para estas señales se utilizan generalmente el color blanco que indican las zonas donde se puede realizar un rebase cuando las líneas son entrecortadas, por otra parte, si la línea es continua indica que no se puede realizar ninguna maniobra de rebase. Otro color utilizado es el amarillo que en casos delimita los bordes de la vía y en casos se utiliza el color rojo que delimita zonas de peligro y que no deben ser cruzadas (INEN, 2011).

2.10.16 Retro reflexión

Las señalizaciones tienen que ser visibles en todo momento del día y en cualquier fenómeno climático, para que se cumpla este objetivo previamente se realizan toda clase

de pruebas a los materiales que serán colocados en la calzada, de forma que se confirme su retro reflexión. La efectividad de los materiales se puede constatar en los horarios nocturnos en donde las luces de los automóviles se ven reflejadas (INEN, 2011).

2.10.17 Líneas longitudinales

En el reglamento del INEN (2011), se indica que estas líneas tienen como finalidad delimitar las calzadas y carriles e indicar las maniobras permitidas y prohibidas en las vías. Las líneas longitudinales se pueden observar de forma continua y zig zag, que indican que es prohibido estacionarse en esa zona, también están las líneas segmentadas que indica a los conductores zonas para realizar adelantamientos o giros. (INEN, 2011)

Es importante señalar que cada color cumple una función diferente, así se tiene que el color amarillo en las líneas indica que existe una restricción, la separación de los carriles en las doble vías y también señalan el borde del lado izquierdo de la vía. El color blanco en las líneas muestra la separación de los carriles que van en la misma dirección, indica las zonas de parqueo y que se aproxima un paso cebra y que el conductor debe ceder el paso a los peatones. Finalmente, el color azul en las líneas delimita las zonas de parqueo tarifado dentro de las urbes (INEN, 2011).

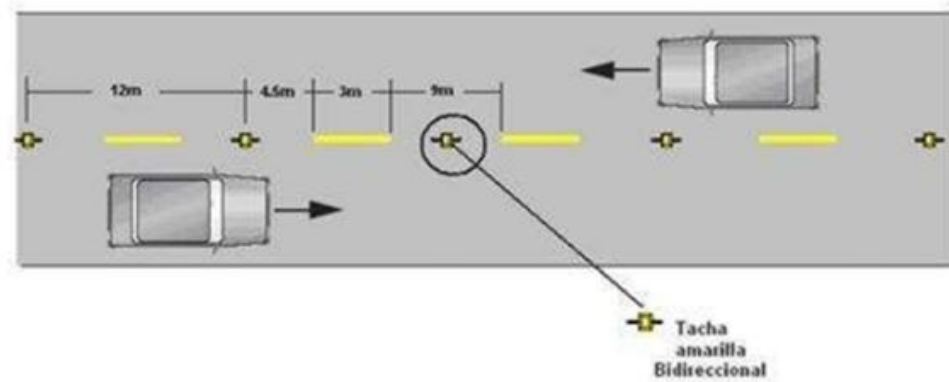
Tabla 9. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea(mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3 - 9
Mayor a 50	150	12	3 - 9

Fuente: (INEN, 2011)

Figura 24

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



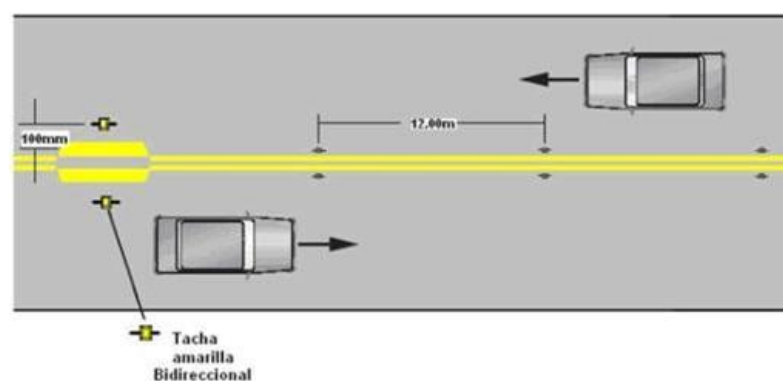
Fuente: (INEN, 2011)

2.10.18 Doble línea continua

Llamadas también líneas de barrera en el reglamento técnico del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), como indica en su nombre sirven de límite y separación de carriles en una vía en donde rebasar representa un peligro y por ende está prohibido, esto a causa de poca visibilidad por presencia de una curva cerrada, pendientes o cualquier otra anomalía. Esta línea se encuentra en vías de doble sentido de circulación.

Figura 25

Doble línea continua



Fuente: (INEN, 2011)

2.10.19 Líneas de borde de calzada

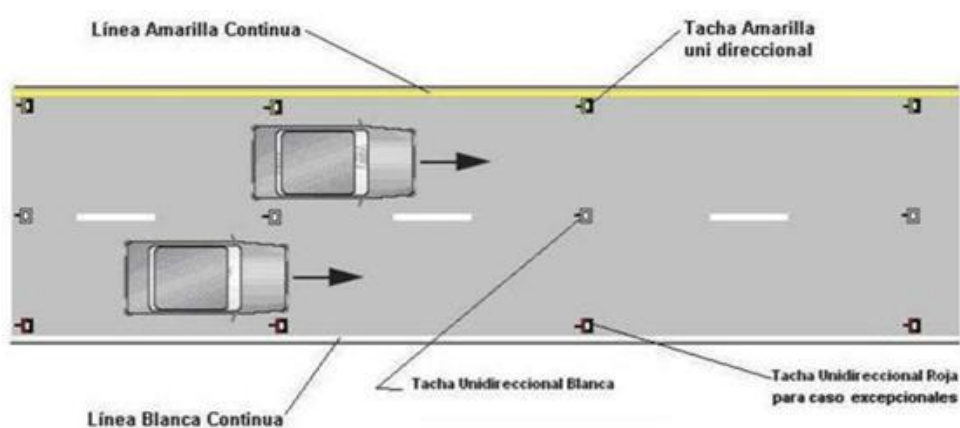
Permiten que el conductor sepa dónde están los bordes de la calzada cuando existen zonas donde no se puede diferenciar bien el borde y ayuda al conductor a mantenerse dentro del carril por lo que resultan imprescindibles en todas las vías del país. Para estas líneas se utiliza el color blanco cuando indica el borde de la calzada y en el caso de que la vía esté dividida por una isla o parterre la línea de color amarillo va al lado izquierdo del flujo de los automóviles (INEN, 2011).

2.10.20 Líneas de borde de calzada continuas

Estas son las líneas más utilizadas para indicar los bordes de las calzadas, en las vías urbanas estas líneas son de 10 mm y en las autopistas y vías perimetrales estas líneas son de 150 mm. Para reforzar los bordes se implementan también las tachas que deben ser del mismo color de las líneas de borde.

Figura 26

Líneas continuas de borde



Fuente: (INEN, 2011)

3 Metodología

3.1 Recolección de información

Para un buen cumplimiento del proyecto se debe llevar una correcta y completa recolección de datos. Se recolectó la información mediante la visita al campo de ejecución, levantamiento topográfico, estudio de suelo y el conteo vehicular, cada dato obtenido es crucial para el diseño vial.

3.1.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra en la parroquia de Cojitambo. La vía va desde la comunidad de San Nicolas a la comunidad de Gullancay. Tiene una extensión total de 2 kilómetros y hoy en día la vía está constituida por lastre.

3.1.2 Levantamiento Topográfico

Para el desarrollo del levantamiento se utilizó un RTK, se tomaron puntos cada 5 y 10 metros y en lugares estratégicos en zonas donde inicia o terminaban las pendientes. Los puntos se tomaron en el eje de la vía, como en los bordillos de la vía lastrada. Y se fueron catalogando con una descripción de Norte, Este, Cota y código.

3.1.3 Transferencia y procesamiento de datos

Después del levantamiento con el RTK, se realizó la transferencia de datos del RTK hacia el ordenador. Enseguida se procesó los datos desde el Excel al Autocad Civil 3D y con una depuración de datos erróneos.

3.1.4 CBR

Para la determinación del CBR se realizó el ensayo DCP.

Figura 27*Ensayo DCP*

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Valores de CBR

	CBR1	CBR2
Grupo 1	10.2	12.5
Grupo 2	11.3	11.5
Grupo 3	12.6	10.6

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Conteo Vehicular

Para el registro de manera precisa del tráfico vehicular, en la vía San Nicolás – Gullancay se instala una cámara de seguridad inalámbrica. Esto se debe a que en el mes que se realizó el proceso el país se encontraba con una problemática que eran los cortes de luz. Su ubicación es aproximada a la abscisa 0+700, es punto estratégico porque existe una intersección de otra vía; se acogió esta zona porque permite observar con facilidad y de mejor manera el tipo de vehículo que circula en la zona de estudio.

Figura 28*Ubicación de la cámara*

Fuente: (Google Earth,2024)

El conteo se realizó durante jornadas completas de 24 horas del día durante los siete días de la semana.

La información recopilada fue la siguientes:

Tabla 11. Conteo Vehicular

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Total	325	254	234	309	350	335	301
TPDS	301						

Fuente: Elaboración Propia

3.2 TPDA

3.2.1 Cálculo del TPDA

Se implementas los factores de la norma.

Factor horario (FH): Su valor es 1 por que se obtuvo dividiendo las horas contadas con las horas del día.

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

Factor diario (FD): Se basa en dividir los siete días de la semana sobre los días que se realizó el conteo.

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

Factor Semanal (FS): Se elabora una tabla en base al número de semana que contiene cada mes del año, el mes de conteo fue en noviembre del 2024, se obtiene un factor el cual nos va a servir para calcular el TPDA y su valor es de 1,071428571.

Tabla 12. Factor de Ajuste semanal

Mes	Días/Mes	N° semanas	Factor de Proporcionalidad
Enero	31	4.428571429	1.107142857
Febrero	29	4.142857143	1.035714286
Marzo	31	4.428571429	1.107142857
Abril	30	4.285714286	1.071428571
Mayo	31	4.428571429	1.107142857
Junio	30	4.285714286	1.071428571
Julio	31	4.428571429	1.107142857
Agosto	30	4.428571429	1.107142857
Septiembre	30	4.285714286	1.071428571
Octubre	31	4.428571429	1.107142857
Noviembre	30	4.285714286	1.071428571
Diciembre	31	4.428571429	1.107142857

Fuente: Elaboración Propia

Facto mensual (FM): Este valor se obtuvo a partir del consumo de combustible de la provincia del Cañar, tomadas por Petroecuador mensualmente. Su valor es de 1,02478195.

Tabla 13. Consumo de Combustible Petroecuador

Mes	Diesel	Extra	Super	Total	FM
Enero	1877803	1625405	152818	3656026	1.06828218
Febrero	2183030	1422703	172167	3777900	1.03381969
Marzo	1895799	1707562	157184	3760545	1.03859079
Abril	2036094	1577809	150557	3764460	1.03751067
Mayo	2090845	1681716	160591	3933152	0.99301207
Junio	1885369	1497209	144747	3527325	1.10726044
Julio	2543823	1651847	146993	4342663	0.89937152
Agosto	2648662	1769062	181805	4599529	0.84914508
Septiembre	2354063	1513274	149443	4016780	0.9723379
Octubre	2140840	1359839	141954	3642633	1.07220997
Noviembre	2157119	1508354	145745	3811218	1.02478195
Diciembre	2235316	1638045	162417	4035778	0.96776072
Total	26048763	18952825	1866421	46868009	0.08333333

Fuente: Elaboración Propia

TPDA

Después de calcular los factores necesarios, procede a calcular el TPDA:

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

$$TPDA = 301 * 1 * 1 * 1.0714 * 1.0247$$

$$TPDA = 331$$

3.2.2 Proyección del Trafico

La proyección del tráfico se hace para 20 años, se utiliza el método de proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional del ministerio de Obras Públicas (MTOP).

Primero obtenemos la tasa de crecimiento que nos da el INEC.

“En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible” (MTOP, 2003).

Tabla 14. Tasa de crecimiento geométrico Azogues

AÑO	POBLACION CENSAL	TASA CRECIMIENTO GEOMETRICO
2001	64910	
2010	70009	0.84%
2020	74515	0.63%
Promedio	69812	0.73%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)

Su cálculo y su fórmula es:

$$TPDA_{2044} = TPDA_{2024} * (1 + i)^n$$

$$TPDA_{2044} = 382$$

El resultado de todos los datos recopilados obtenemos el tráfico proyectado que es de 382 vehículos para el año 2044.

3.3 Diseño Geométrico

3.3.1 Alineamiento horizontal

En este proceso, se deben calcular y definir los radios de las curvas horizontales, la longitud de los tramos rectos y las transiciones entre estos, tomando en cuenta las limitaciones impuestas por el terreno y los requerimientos de visibilidad.

3.3.1.1 Clase de carretera

La clase de carretera depende del TPDA obtenido. Nuestro TPDA es de 300 vehículos por lo que nuestra clase de carretera es tipo III cumpliendo una función Colectora.

3.3.1.2 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la velocidad máxima a la que vehículos transitan de manera segura.

Tabla 15. Velocidad de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H													
			BASICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFICILES						
			RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MONTAÑOSO		
			Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para un cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependiendo de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado de perfil longitudinal		Utilizada por el cálculo de los elementos de la sección transversal y otras pendientes de velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otras dependientes de la velocidad
			Recomendada		Absoluta		Recomendada		Absoluta		Recomendada		Absoluta
R-I o R-II		>8000	120	110	100	96	110	90	95	85	90	80	90
I	TODOS	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	80	80
II	TODOS	1000 - 3000	100	90	90	86	90	80	85	80	70	50	50
III	TODOS	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	40
IV	5.5E, 6 y 7	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	25
V	4 Y 4E	<100	60	50	80	50	50	35	50	35	40	25	25

Fuente: (MTOP, 2003)

La velocidad de diseño proyectado se determina a partir del TPDA que ya se calculó; y el tipo de relieve. Seguimos la tabla presentada por la MTOP y se llegó a la conclusión de que nuestro proyecto es de relieve montañoso; su velocidad es de 40 km/h sienta la velocidad absoluta.

3.3.1.3 Peralte

El Ministerio de Transporte Y Obras Publicas (MTOP) propone la ejecución de un peralte del 8% para carreteras donde la velocidad de circulación es menor al 50km/h. El valor elegido del peralte es del 6% porque en la vía transitan buses. Este valor nos va a

permitir contrarrestar las fuerzas centrífugas, reduciendo el riesgo de accidentes; permitiendo así mejorar la seguridad y el confort de los conductores.

3.3.1.4 Radio mínimo de curva

Primero se determinó el coeficiente de fricción en función de la velocidad de diseño. Con una velocidad de diseño de 40km/h su valor de fricción es del 0,221.

Tabla 16. Coeficientes de fricción

Velocidad de Diseño km/h	f _r maximo	RADIO MINIMO CALCULADO				RADIO MINIMO RECOMENDADO			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350		7.32	7.58	8.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.66		20	25	25
30	0.284		19.47	20.50	21.67		25	30	30
35	0.255		26.79	30.02	32.7		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	40	50
45	0.200		55.75	59.94	64.82		58	60	65
50	0.165		72.91	78.74	86.69		75	80	90
60	0.185	105.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.35	187.75	189.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.95	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.55	298.94	328.70	366.55	275	300	330	320
100	0.130	342.35	374.95	414.42	465.16	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.94	517.80	550.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	588.93	629.92	708.85	520	570	630	710

Fuente: (MTOP, 2003)

Para el cálculo del Radio mínimo de curvatura, se emplea la formula dada por la normativa MTOP.

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

$$Rm = \frac{40^2}{127 * (0.08 + 0.221)} = 44.83m$$

3.3.1.5 Distancia de frenado

Para el cálculo de la distancia de frenado se tomó en cuenta que nuestro proyecto es un relieve montañoso por lo que se procede del uso de la pendiente o gradiente del terreno denominado como G.

Como se recalcó es un relieve montañoso por lo que se optó por la pendiente más crítica del terreno, teniendo un valor del 12% con este valor se procede a calcular distancia de frenado.

$$D. \text{ frenado} = \frac{V^2}{254 * (G \pm f)} = \frac{40^2}{254 * (12\% \pm 0.221)}$$

$$D. \text{ freando} = \text{subida } 18.47m \text{ y bajada } 62.37m$$

3.3.1.6 Distancia de visibilidad en curvas horizontales

El cálculo de la distancia de visibilidad en curvas horizontales se determina utilizando parámetros ya previamente obtenidos, Como son la distancia de frenado y el radio mínimo de curvatura.

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

$$m = 20 * (1 - \cos(\frac{28,65 * 62.37}{20})) = 16.215m$$

3.3.1.7 Distancia visibilidad lateral

La normativa de la MTOP Nos presente una ecuación dónde hiciste una variable de velocidad promedio de un transeúnte que es de 10km/h. Con este valor procedemos con el cálculo.

$$dL = \frac{Vt}{Vv} * d = \frac{10}{40} * 62.37 = 15.39m$$

3.3.1.8 Distancia de visibilidad de rebasamiento

La distancia de velocidad de rebasamiento nos la proporciona una tabla de la normativa MTOP. Debido a que no se trata de una carretera principal utilizamos el valor mínimo recomendado el cual es de 150 m.

Tabla 17. Distancia mínima de visibilidad para rebasamiento

Vd, km/h	VELOCIDADES DE LOS VEHICULOS km/h		DISTANCIA MIN DE REBASAMIENTO, METROS	
	REBASADO	REBASANTE	CALCULADA	RECOMENDADA
25	24	40	---	(80)
30	28	44	---	(110)
35	33	49	---	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	30	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: (MTOP, 2003)

3.3.1.9 Cálculo de las curvas del diseño

Después de obtener todos los parámetros de diseño se procede con el cálculo de los elementos de las curvas horizontales. Se va a tomar ejemplo de la curva número 1.

Tangente

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 53.90 * \tan\left(\frac{0.235}{2}\right) = 6.36m$$

Cuerda Larga:

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 * 53.90 * \sin\left(\frac{0.235}{2}\right) = 12.64m$$

G. Curva:

$$Gc = \frac{360 * CL}{2 * PI * R} = \frac{360 * 12.64}{2 * PI * 53.90} = 13.436 \text{ grados}$$

L. Curva Circular.

$$L = \frac{CL * \Delta}{G} = \frac{12.64 * 0.235}{13.436} = 12.67m$$

Ordenada Media:

$$M = R * (1 - \cos(\frac{\Delta}{2})) = 53.90 * (1 - \cos(\frac{0.235}{2})) = 0.37m$$

Externa:

$$E = R \left(\left(\frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} \right) - 1 \right) = 0.37m$$

Deflexión por Metro:

$$D.m = \frac{Gc}{2 * CL} = \frac{13.436}{2 * 12.64} = 0.53 \text{ 1/m}$$

Deflexión por unidad de cuerda:

$$D.c. = \frac{Gc}{2} = \frac{13.436}{2} = 6.718$$

Principio de curva:

$$PC = PI - T = 60.91 - 6.36 = 54.55$$

Principio de Tangente:

$$PT = PC + L = 54.55 + 12.67 = 67.22$$

Punto medio de curva:

$$PM = \frac{PC + PT}{2} = \frac{54.55 + 67.22}{2} = 60.885$$

Tabla 18. Curvas Horizontales Parte 1

Tabla de Elementos de Curvas													
N° curva	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	Dirección
PI1	13°28'06"	53.90	6.36	12.67	12.64	0.37	0.37	0+060.91	0+054.55	0+067.22	9693047.61	732833.69	S12° 29' 46"W
PI2	4°10'24"	50.00	1.82	3.64	3.64	0.03	0.03	0+112.27	0+110.45	0+114.09	9692996.45	732828.53	S7° 50' 55"W
PI3	38°17'26"	46.14	16.02	30.84	30.26	2.70	2.55	0+168.76	0+152.74	0+183.58	9692940.81	732818.78	S9° 12' 36"E
PI4	34°19'28"	50.00	15.44	29.95	29.51	2.33	2.23	0+211.72	0+196.28	0+226.23	9692901.95	732839.75	S11° 11' 35"E
PI5	28°06'12"	52.10	13.04	25.56	25.30	1.61	1.56	0+279.00	0+265.96	0+291.52	9692834.11	732832.66	S8° 04' 57"E
PI6	10°09'20"	45.00	4.00	7.98	7.97	0.18	0.18	0+328.88	0+324.88	0+332.86	9692787.42	732851.65	S17° 03' 23"E
PI7	5°51'33"	117.01	5.99	11.97	11.96	0.15	0.15	0+362.79	0+356.80	0+368.77	9692754.23	732858.69	S14° 54' 29"E
PI8	14°05'30"	45.00	5.56	11.07	11.04	0.34	0.34	0+400.97	0+395.41	0+406.48	9692717.87	732870.39	S24° 53' 01"E
PI9	20°17'50"	45.00	8.06	15.94	15.86	0.72	0.70	0+481.56	0+473.50	0+489.45	9692649.43	732913.04	S21° 46' 51"E
PI10	9°23'05"	50.00	4.10	8.19	8.18	0.17	0.17	0+567.79	0+563.69	0+571.88	9692564.80	732930.47	S6° 56' 24"E
PI11	3°16'46"	210.99	6.04	12.08	12.07	0.09	0.09	0+620.80	0+614.76	0+626.83	9692511.82	732932.54	S3° 53' 14"E
PI12	7°52'18"	67.80	4.66	9.32	9.31	0.16	0.16	0+678.82	0+674.16	0+683.47	9692454.06	732938.13	S9° 27' 46"E
PI13	8°40'02"	128.95	9.77	19.51	19.49	0.37	0.37	0+710.00	0+700.23	0+719.73	9692423.72	732945.36	S9° 03' 53"E
PI14	14°29'29"	87.17	11.08	22.05	21.99	0.70	0.70	0+779.12	0+768.03	0+790.08	9692354.80	732951.06	S2° 30' 52"W
PI15	20°31'17"	46.62	8.44	16.70	16.61	0.76	0.75	0+813.24	0+804.80	0+821.50	9692321.05	732945.26	S20° 01' 15"W
PI16	11°36'56"	45.32	4.61	9.19	9.17	0.23	0.23	0+831.91	0+827.30	0+836.48	9692304.78	732935.76	S24° 28' 26"W
PI17	6°16'28"	45.66	2.50	5.00	5.00	0.07	0.07	0+861.76	0+859.25	0+864.25	9692276.47	732926.19	S21° 48' 12"W
PI18	39°45'31"	45.00	16.27	31.23	30.60	2.85	2.68	0+900.99	0+884.72	0+915.94	9692240.89	732909.65	S44° 49' 12"W
PI19	30°45'25"	45.30	12.46	24.32	24.03	1.68	1.62	0+930.69	0+918.23	0+942.55	9692227.63	732881.61	S49° 19' 15"W
PI20	15°08'16"	45.00	5.98	11.89	11.85	0.40	0.39	0+975.11	0+969.13	0+981.02	9692190.28	732856.47	S26° 22' 24"W
PI21	13°27'35"	47.80	5.64	11.23	11.20	0.33	0.33	0+996.86	0+991.22	1+002.45	9692169.63	732849.43	S12° 04' 28"W
PI22	0°08'13"	45.00	0.05	0.11	0.11	0.00	0.00	1+022.87	1+022.81	1+022.92	9692143.68	732847.01	S5° 24' 47"W
PI23	1°05'16"	295.74	2.81	5.61	5.61	0.01	0.01	1+058.64	1+055.83	1+061.45	9692108.07	732843.59	S4° 56' 16"W
PI24	1°55'10"	45.00	0.75	1.51	1.51	0.01	0.01	1+116.67	1+115.91	1+117.42	9692050.21	732839.14	S5° 21' 12"W

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Curvas horizontales parte 2

PI25	6°10'14"	163.91	8.84	17.65	17.64	0.24	0.24	1+171.57	1+162.73	1+180.38	9691995.65	732833.11	S9° 23' 55"W
PI26	5°32'29"	45.00	2.18	4.35	4.35	0.05	0.05	1+211.84	1+209.66	1+214.01	9691956.31	732824.40	S9° 42' 47"W
PI27	3°43'37"	53.46	1.74	3.48	3.48	0.03	0.03	1+252.78	1+251.04	1+254.52	9691915.67	732819.45	S5° 04' 44"W
PI28	5°18'42"	811.16	37.63	75.20	75.17	0.87	0.87	1+292.96	1+255.33	1+330.53	9691875.55	732817.20	S5° 52' 17"W
PI29	2°02'05"	45.00	0.80	1.60	1.60	0.01	0.01	1+336.24	1+335.45	1+337.04	9691832.69	732810.77	S7° 30' 35"W
PI30	6°31'11"	122.89	7.00	13.98	13.98	0.20	0.20	1+371.12	1+364.12	1+378.10	9691798.04	732806.83	S9° 45' 08"W
PI31	8°24'24"	45.00	3.31	6.60	6.60	0.12	0.12	1+413.37	1+410.06	1+416.66	9691756.86	732797.31	S17° 12' 56"W
PI32	10°04'41"	50.64	4.47	8.91	8.90	0.20	0.20	1+443.68	1+439.21	1+448.12	9691728.63	732786.24	S16° 22' 48"W
PI33	22°53'32"	45.00	9.11	17.98	17.86	0.91	0.89	1+487.57	1+478.46	1+496.44	9691685.57	732777.60	S22° 47' 13"W
PI34	26°08'30"	46.07	10.70	21.02	20.84	1.23	1.19	1+537.43	1+526.73	1+547.75	9691644.15	732749.42	S47° 18' 14"W
PI35	7°40'54"	45.30	3.04	6.07	6.07	0.10	0.10	1+586.97	1+583.93	1+590.01	9691619.48	732706.02	S56° 32' 02"W
PI36	18°47'39"	50.97	8.44	16.72	16.64	0.69	0.68	1+624.31	1+615.88	1+632.60	9691596.84	732676.32	S43° 17' 45"W
PI37	6°32'45"	60.00	3.43	6.85	6.85	0.10	0.10	1+754.11	1+750.68	1+757.53	9691488.98	732603.84	S37° 10' 18"W
PI38	15°54'41"	51.64	7.22	14.34	14.29	0.50	0.50	1+796.54	1+789.33	1+803.67	9691456.68	732576.31	S32° 29' 19"W
PI39	22°37'02"	62.62	12.52	24.72	24.56	1.24	1.22	1+820.31	1+807.79	1+832.51	9691434.97	732566.40	S35° 50' 30"W
PI40	9°06'13"	28.31	2.25	4.50	4.49	0.09	0.09	1+852.62	1+850.37	1+854.86	9691412.78	732542.48	S42° 35' 55"W
PI41	84°19'47"	20.00	18.11	29.44	28.85	6.98	5.18	1+900.19	1+882.08	1+911.51	9691375.31	732513.15	S4° 07' 05"E
PI42	24°34'28"	40.00	8.71	17.16	17.02	0.94	0.92	1+953.67	1+944.96	1+962.12	9691333.66	732556.72	S33° 59' 45"E

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.10 Sobreanchos

Se realizó los sobreanchos en las 42 curvas que se mostraron con anterioridad. De igual manera se muestra el cálculo de una curva, esta vez es de la curva que tiene el menor radio. Para esta curva se redujo la velocidad de diseño a 20km/h debido a su radio que es de 20m, lo cual no cumple con la velocidad de diseño de 40 km/h.

$$S = n (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

$$S = 2 (20 - \sqrt{20^2 - 7^2}) + \frac{20}{10\sqrt{20}}$$

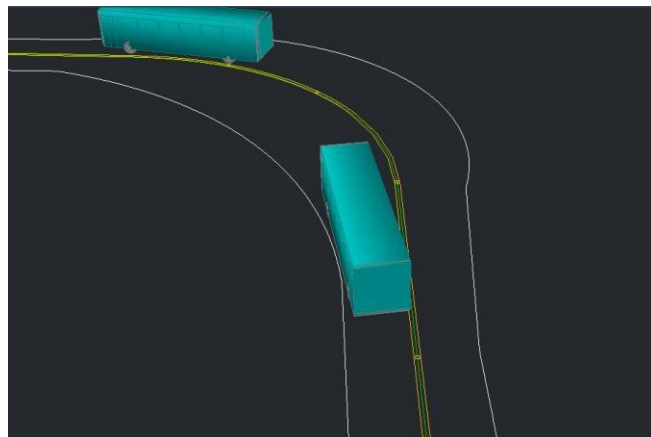
$$S = 2.977m$$

El valor del sobre ancho es aproximadamente 3m.

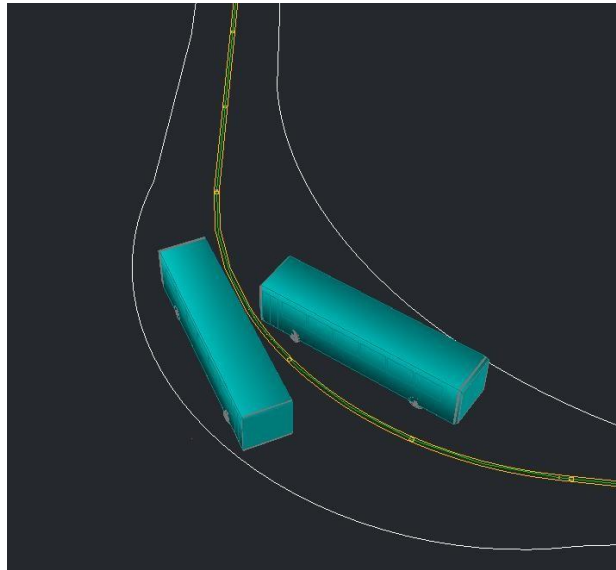
Para comprobar se utilizó una herramienta del AutoCAD Civil 3D. “Vehicle Traking” ayudo a generar una imagen de cómo va a actuar dos buses por esa curva.

Figura 29

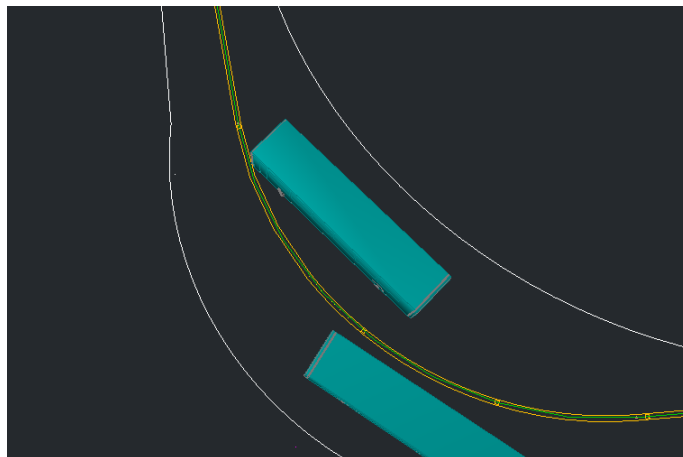
Vehicle Traking



Fuente: Elaboración Propia

Figura 30*Vehicle tracking*

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31*Vehicle Tracking*

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.11 Cálculo del Peralte

Se realizó el cálculo del peralte en base a las curvas obtenidas. Como se determinó el peralte máximo es del 6%. El análisis es de la curva 1.

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

$$e = \frac{40^2}{127 * 53.90} - 0.221$$

$$e = 0.0127\%$$

3.3.2 Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical debe ser cuidadosamente coordinado con el alineamiento horizontal, ya que ambos deben trabajar en conjunto para garantizar una circulación segura y eficiente. A lo largo del diseño, se realizan cálculos detallados para determinar las pendientes adecuadas y las dimensiones de las curvas verticales, asegurando que la carretera cumpla con los requisitos de seguridad y confort (NEVI-12, 2013).

3.3.2.1 Índice de curvatura K

Culminado el alineamiento Horizontal con todos sus parámetros procedemos al diseño del alineamiento vertical. Para las curvas verticales se tiene que determinar los valores de “K”. Estos valores los obtenemos de la norma NEVI-12. Para la curva convexa el valor de K es de 3,8 y para la curva cóncava el valor es de 9; estos valores son los mínimos que puede tomar el valor K.

Tabla 20. Índice K para curva vertical convexa

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: (NEVI-12, 2013)

Tabla 21. índice K para curva vertical cóncava

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: (NEVI-12, 2013)

3.3.2.2 Curvas verticales

Tabla 22. Curva 1

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+100.97	Elevación:	2,860.126m
P.K. de VAV:	0+175.97	Elevación:	2,858.902m
P.K. de PTV:	0+250.97	Elevación:	2,855.464m
Punto alto:	0+100.97	Elevación:	2,860.126m
Inclinación de rasante T.E.:	-1.63%	Inclinación de rasante T.S.:	-4.58%
Cambiar:	2.95%	K:	50.823m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	5,082.293m
Distancia de adelantamiento:	598.938m	Distancia de parada:	300.171m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Curva 2

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+290.36	Elevación:	2,853.658m
P.K. de VAV:	0+365.36	Elevación:	2,850.220m
P.K. de PTV:	0+440.36	Elevación:	2,841.101m
Punto alto:	0+290.36	Elevación:	2,853.658m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.58%	Inclinación de rasante T.S.:	-12.16%
Cambiar:	7.57%	K:	19.803m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	1,980.258m
Distancia de adelantamiento:	279.146m	Distancia de parada:	162.735m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Curva 3

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+906.26	Elevación:	2,812.543m
P.K. de VAV:	0+981.26	Elevación:	2,808.812m
P.K. de PTV:	1+056.26	Elevación:	2,801.855m
Punto alto:	0+906.26	Elevación:	2,812.543m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.97%	Inclinación de rasante T.S.:	-9.28%
Cambiar:	4.30%	K:	34.877m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	3,487.684m
Distancia de adelantamiento:	434.548m	Distancia de parada:	229.522m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Curva 4

Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
P.K. de PAV:	1+124.02	Elevación:	2,795.570m
P.K. de VAV:	1+199.02	Elevación:	2,788.613m
P.K. de PTV:	1+274.02	Elevación:	2,787.217m
Punto bajo:	1+274.02	Elevación:	2,787.217m
Inclinación de rasante T.E.:	-9.28%	Inclinación de rasante T.S.:	-1.86%
Cambiar:	7.41%	K:	20.233m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	2,023.261m
Distancia de iluminación:	131.961m		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Curva 5

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	1+468.11	Elevación:	2,783.602m
P.K. de VAV:	1+543.11	Elevación:	2,782.206m
P.K. de PTV:	1+618.11	Elevación:	2,779.066m
Punto alto:	1+468.11	Elevación:	2,783.602m
Inclinación de rasante T.E.:	-1.86%	Inclinación de rasante T.S.:	-4.19%
Cambiar:	2.33%	K:	64.514m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	6,451.439m
Distancia de adelantamiento:	740.084m	Distancia de parada:	360.831m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Curva 6

Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
P.K. de PAV:	1+636.76	Elevación:	2,778.285m
P.K. de VAV:	1+711.76	Elevación:	2,775.144m
P.K. de PTV:	1+786.76	Elevación:	2,773.215m
Punto bajo:	1+786.76	Elevación:	2,773.215m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.19%	Inclinación de rasante T.S.:	-2.57%
Cambiar:	1.62%	K:	92.871m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	9,287.115m
Distancia de iluminación:			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Curva 7

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	1+835.48	Elevación:	2,771.962m
P.K. de VAV:	1+910.48	Elevación:	2,770.033m
P.K. de PTV:	1+985.48	Elevación:	2,764.424m
Punto alto:	1+835.48	Elevación:	2,771.962m
Inclinación de rasante T.E.:	-2.57%	Inclinación de rasante T.S.:	-7.48%
Cambiar:	4.91%	K:	30.567m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	3,056.686m
Distancia de adelantamiento:	390.116m	Distancia de parada:	210.427m

Elaboración Propia

3.4 ESALS

El valor LEF permite expresa los niveles de daño equivalentes entre diferentes ejes, resultando útil para analizar el impacto en términos del desgaste generado por un vehículo específico. Esto implica que, se suman los daños ocasionados por cada eje de un vehículo para obtener el daño total que se produce por este conjunto. Por lo cual surge el concepto de factor camión (FC), que representa la cantidad de ESALs (Ejes de Carga Equivalente a un Eje de Carga) atribuida a un solo vehículo. Este factor puede calcularse para cada categoría de camiones o para todos los vehículos comerciales utilizando el promedio basado en una configuración de tránsito particular. No obstante, es más preciso calcular factores de camión específicos para cada categoría general de camiones (AASHTO, 1993).

$$LEF = \frac{\text{No. de ESALs de 80 KN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{No. de ejes de } x \text{ KN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

$$\text{Factor Camión} = \frac{\text{No. de ESALs}}{\text{No. de camiones}}$$

Tabla 29. Cálculo de factor camión por tipo vehicular

N°	TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION MAXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCION	PESO MAX PERM (TON)	LONG. MAX PERM (m)	1 SINGLE						2 TANDUM			3 TRIDUM		FACTOR CAMION
						Carga	LEF	Carga	LEF	Carga	LEF	Carga	LEF	Carga	LEF	Carga	
1	AUTOS					1	0.00043	1	0.0004255								0.001
4	200	200				camión de 2 ejes planos	11	12,30	2,40	6,10	7	0.56236	11	3.1997644			3.762

Fuente: (MTOP, 2003)

Se debe obtener la tasa de crecimiento de cada vehículo por lo que es necesario saber de dónde proviene la obtención de estos datos. Se basa en la tasa de análisis de datos vehiculares disponibles desde el año 2001 hasta el 2014, con estos valores podemos determinar cuánto es la tasa de crecimiento para cada tipo de vehículo.

Tabla 30. Porcentaje de crecimiento por tipo de vehículo

Clasificación de Vehiculos			
TIPO	%	TPDA	ri
VEHICULO	100	27100	4.47%
2DB	40	281	2.73%

Fuente: Elaboración Propia

Se estableció los siguientes parámetros en base al diseño y características de la vía que son fundamentales para el cálculo de los ESALs. Subsiguientemente, se ajustan los datos para corregir desviaciones estadísticas, asegurando que las estimaciones reflejen con precisión las condiciones de uso reales.

Tabla 31. Características de la Vía

Características de la Vía		
Número de Carriles		2
Número de carriles/dirección		1
Periodo de Diseño		20
%Confiabilidad		80
Cálculo de parámetros	Zr	0.8416
	Porcentaje 1	0.5
	Porcentaje 2	1
	σ	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Después de obtener toda la información necesaria, se procede con el cálculo de los ESALs:

$$ESALS = TPDA * \%CP * GF * DD * LD * TF * 365$$

DONDE:

TPDA=Transito Promedio diario anual

%CP= Porcentaje de camiones pesados

GF= Factor de crecimiento

DD= Factor de distribución direccional

LD= Factor de distribución por carril

TF= Factor de camiones

Y para terminar con el cálculo de los ESALs se utiliza la siguiente ecuación para su corrección:

Tabla 32. Cálculo de ESALs

Tipo	FRECUENCIA	FACTOR CAMION	TASA DE CRECIMIENTO	FACTOR DE CRECIMIENTO	N. ESALs p/diseño	N. ESALs CORREGIDO p/diseño
AUTOS	190	0.001	0.0447	31.967	943	1,039
2DB	110	3.762	0.0273	26.500	2,010,338	2,214,879
TOTAL					2,011,281	2,215,919

Fuente: Elaboración Propia

El valor de los ESALs es de: 2'215.919,00

3.5 Diseño de Pavimento flexible

El diseño de pavimentos sigue la norma AASHTO de 1993.

3.5.1 Daño relativo (Uf)

Determinamos el valor del módulo resiliente (MR), a partir del CBR.

Figura 32

Ecuación del módulo resiliente

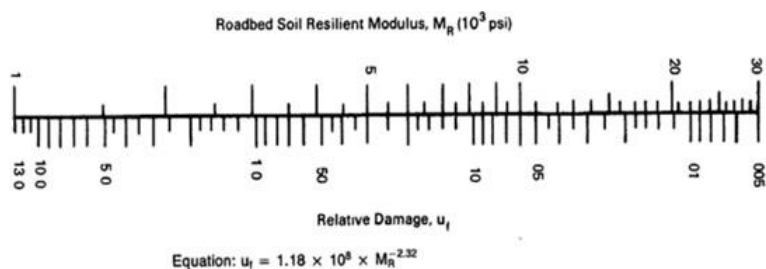
$$\begin{array}{ll}
 \text{MR} = 1500(\text{CBR}) & \text{CBR} < 10\% \\
 \text{MR} = 3000(\text{CBR})^{0.65} & 10\% < \text{CBR} < 20\% \\
 \text{MR} = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241 & \text{Suelos granulares}
 \end{array}$$

Fuente: (AASHTO, 1993)

Según la AASHTO 93, incluye una figura que demuestra la relación entre el daño relativo y modulo resiliente.

Figura 33

Abaco para determinar el Daño relativo



Fuente: (AASHTO, 1993)

Con la fórmula presentada por la esto siempre se procede a obtener los cálculos del MR final.

Tabla 33. Daño relativo y Valor del MR final

GRUPO	CBR	Mr FINAL	Daño relativo U_f
1	10.2	13574.11	0.0305
	12.5	15492.19	0.0224
2	11.3	14508.49	0.0261
	11.5	14674.89	0.0254
3	12.6	15572.64	0.0222
	10.6	13917.78	0.0288
n		6	
		Σu_f	0.16
		U_f PROM	0.0258970
		Mr FINAL	14561.43

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2 Parámetros de confiabilidad

El parámetro de confiabilidad es del 80%, su valor se obtuvo de la tabla de las AASHTO 93. Siguiendo los parámetros de nuestra vía ubicada en una zona rural y siendo un tipo de camino colector.

Tabla 34. Confiabilidad Recomendada

Table 2.2. Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85–99.9	80–99.9
Principal Arterials	80–99	75–95
Collectors	80–95	75–95
Local	50–80	50–80

NOTE: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force

Fuente: (AASHTO, 1993)

3.5.2.1 Desviación Estándar

El valor de la desviación estándar va de la mano con el parámetro de servicio. El valor de desviación es de 0.841.

Tabla 35. Desviación Estándar

Table 4.1. Standard Normal Deviate (Z_R) Value Corresponding to Selected Levels of Reliability

Reliability, R (percent)	Standard Normal Deviate, Z_R
50	–0.000
60	–0.253
70	–0.524
75	–0.674
80	–0.841
85	–1.037
90	–1.282
91	–1.340
92	–1.405
93	–1.476
94	–1.555
95	–1.645
96	–1.751
97	–1.881
98	–2.054
99	–2.327
99.9	–3.090
99.99	–3.750

Fuente: (AASHTO, 1993)

3.5.3 Parámetros de serviciabilidad

Estos parámetros se determinaron a partir de la AASHTO 93. La norma nos sugiere un valor de serviciabilidad inicial entre 4.2 y 4.5, el valor impuesto es de 4.2.

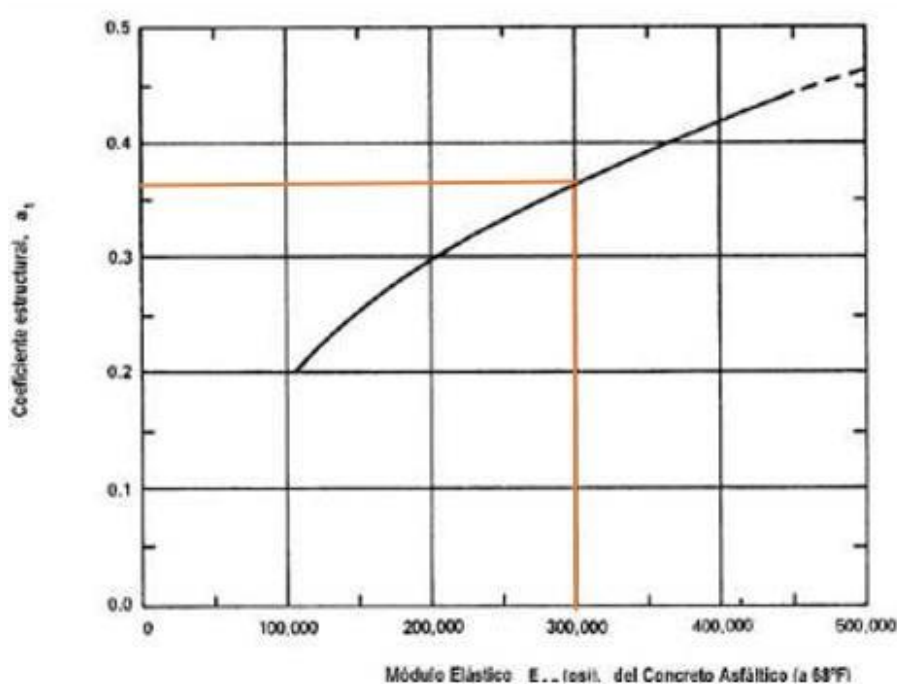
Mientras que para el valor de serviciabilidad final va a depender de la importancia de la vía, en nuestro caso es una tiene una importancia media tomando un valor de 2.5. El valor de S_o va a depender del tipo de pavimento, nuestro pavimento es flexible por lo que se toma un valor de 0.45.

3.5.4 Coeficientes estructurales

La AASHTO 93 instituye diversas fórmulas que permiten calcular tanto el módulo de elasticidad de un material como los coeficientes estructurales asociados, utilizando como base el CBR. Según la norma los coeficientes a dos y a 3 correspondientes a la base y subbase respectivamente, se aplica relaciones específicas definidas. Estas fórmulas permiten determinar dichos coeficientes en función del valor de CBR según la (Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2002), El porcentaje de CBR debe ser igual o superior al 30% para la subbase, mientras que para la base debe ser igual o superior al 80%.

Figura 34

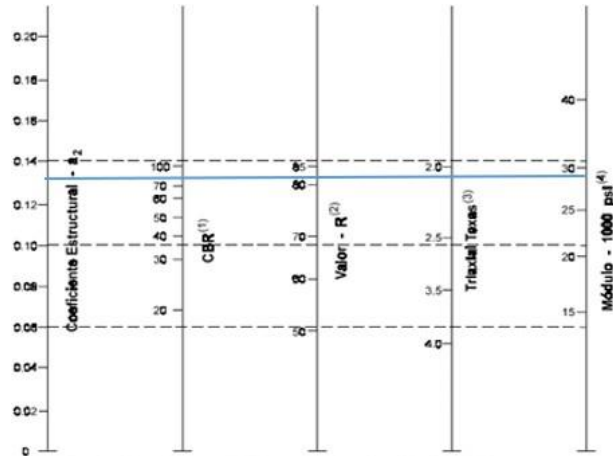
Determinación de coeficientes a_1



Fuente: (AASHTO, 1993)

Figura 35

Determinación de coeficiente estructural a_2

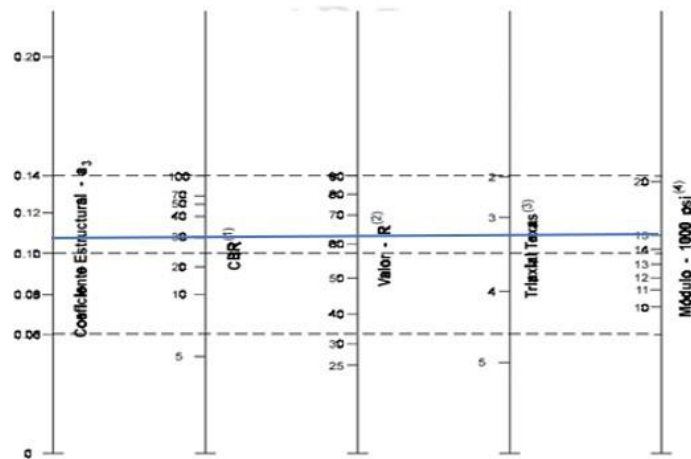


- (1) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedio obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Fuente: (AASHTO, 1993)

Figura 36

Determinación de coeficiente estructural a_3



- (1) Escala derivada de correlaciones de Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto (3) del NCHRP.

Fuente: (AASHTO, 1993)

Tabla 36. Coeficientes estructurales determinados

CAPAS	%CBR	E(psi)	ai
Pavimento Flexible		300000	0.3738
Base	80	28550	0.134
Sub-Base	30	14690	0.107

Fuente: Elaboración Propia

3.5.5 Coeficiente de drenaje

Anticipamos que el pavimento va a estar en condiciones de exposición entre 1 – 5%. Y la calidad es aceptable en donde se realiza el proyecto.

Tabla 37. Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: (AASHTO, 1993)

3.5.6 Cálculo del número estructural requerido

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Tabla 38. Cálculo de espesores de pavimento flexible

CAPAS	mi	ai	MODULOS	SN	SN POR CAPA	ESPEJOR (PULG)	ESPEJOR * (PULG)	SN*	ESPEJOR FINAL (PULG)	CM							
SUPERFICIE	1.00	1	0.3738	300000	1	0.76	1	2.03	1	3.00	1	1.12	1	3.000	8		
BASE	1.000	2	0.134	28550	2	2.20	2	1.440	2	8.05	2	8.27	2	1.11	2	8.268	21
SUB-BASE	1.000	3	0.107	14690	3	2.84	3	0.640	3	5.71	3	5.91	3	0.63	3	5.906	15
SUBRASANTE				14561.43		2.84						2.86					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Espesores del Pavimento flexible

Espesores		
CAPAS	in	cm
SUPERFICIE	3	8
BASE	8.268	21
SUB-BASE	2.906	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Cumplimiento de Formulas

$D_1' \geq \frac{SN_1}{a_1}$	CUMPLE
$SN_1' = a_1 D_1' > SN_1$	CUMPLE
$D_2' = \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 m_2}$	CUMPLE
$SN_1' + SN_2' \geq SN_2$	CUMPLE
$D_1' \geq \frac{SN_2 - (SN_1' + SN_2')}{a_2 m_2}$	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Estructuras de evacuación de Agua Pluviales

3.6.1 Cunetas

3.6.1.1 Cálculo de Intensidad de lluvia

Para determinar el tiempo de concentración, para pendientes entre (3% y 10%) se utilizó la metodología de Kirpich. Lo que nos permite esta metodología es estimar el tiempo de concentración dependiendo de la longitud del canal y su pendiente. Este tiempo es fundamental en los estudios hidrológico.

Figura 37

Ecuación del tiempo de concentración según Kirpich

$$t_c = \frac{0.000325 L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Fuente: (Kirpich, 1940)

Figura 38*Cálculo del tiempo de concentración*

Datos		
Periodo de Retorno	25	años
Cota max	2861.62	msnm
Cota min	2763.251	msnm
Longitud del Cauce Principal	2000	m
Tc	0.35862597	min

Fuente: Elaboración Propia

La prefectura del Cañar realizo un estudio de escorrentía superficial en los vestigios arqueológicos de Cojitambo y sus accesos. El informe analizo las determinas precipitaciones máximas y las intensidades de lluvia de la zona para 25 años, proporcionando la ecuación de intensidad de la lluvia. Al aplicar la formula con los datos del proyecto dio un resultado de 1.79mm/min.

Figura 39*Ecuación de intensidad de lluvia*

$$I = \frac{3.1688 * Tr^{0.18}}{(Tc + 5)^{0.685}}$$

Fuente: (Espinoza & Bravo, 2021)

3.6.1.2 Coeficiente de Escorrentía

Para la obtención del caudal de aporte en los diferentes tramos de la vía, primero se determinó el coeficiente de escorrentía adecuado. Utilizando el libro de “Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems” que proporciona los coeficientes. Para nuestro caso el coeficiente de escurrimiento es de 0.7.

3.6.1.3 Método Racional

Para calcular el caudal máximo de escorrentía se aplicó el método racional. La ecuación tomo los parámetros de área de aporte (Ha), el coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia correspondiente (mm/h).

Figura 40

Ecuación del caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Fuente: (Vasquez & López, 2015)

Para determinar el cálculo del del caudal de las conectas del proyecto se determinaron los tramos a partir de la pendiente del terreno y sus características. Se va a demostrar mediante un ejemplo de un tramo calculado.

Figura 41

Cálculo del Tramo 3

Tramo3			
Abscisa inicial	1+610		
Abscisa final	1+760		
Ancho de carril	3	m	
Longitud	150	m	
Coeficiente de escorrentía	0.7		
Cota max	2783.419	msnm	
Cota min	2776.788	msnm	
S	0.04420667	m/m	
Área de aporte	450	m2	
Área de aporte total	0.045	Ha	
Caudal-Método Racional			
Q	0.00940333	m3/s	

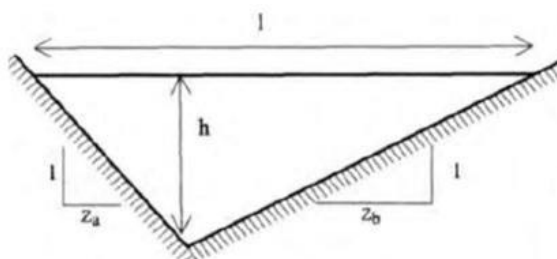
Fuente: Elaboración Propia

3.6.1.4 Dimensiones de la cuneta

Nos imponemos una altura h y las relaciones de taludes según la normativa NEVI – 12. Basándonos en la figura proporcionada por esa norma. La altura impuesta es de 0.2m, con el fin de asegurar su funcionalidad.

Figura 42

Relación de altura y espaciamiento de cuneta



Fuente: (NEVI-12, 2013)

Los valores adoptados para la cuneta triangular son, taludes Z_a de 1:0.25 y Z_b de 1:4 respectivamente. Para la verificación de los datos impuestos se utiliza la ecuación de Manning que necesita el área perímetro mojado y la pendiente del tramo.

Figura 43

Cálculo de dimensión de la cuneta

Dimensiones propuestas por la cuneta		
Z_a	0.25	
Z_b	4	
h	0.2	m
$A = \frac{(Z_a + Z_b) * h^2}{2}$	0.085	m ²
$P = (\sqrt{1 + Z_a^2} + \sqrt{1 + Z_b^2}) * h$	1.030776	m
$I = (z_a + z_b) * h$	0.85	m

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a verificar la precisión de nuestras dimensiones mediante la comparación del caudal que puede transportar la Cuenca con el caudal que efectivamente aportará la cuneta diseñada. En este caso el valor de caudal que puede transportar la Cuenca es menor al caudal que efectivamente aportará la cuneta diseñada por lo que cumple el dimensionamiento.

Figura 44

Comprobación de Caudales

Caudal-Método Racional			
$Q = \frac{C * I * A}{360}$	Q	0.009403	m3/s
Caudal de Manning			
$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2} \right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	Q	0.225722	m3/s
%Ocupación		4.17%	
Verificación		Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Fuente: Elaboración Propia

El ancho de la cuneta es de 0.85, con una altura de 0.2m y a este se le suma el 0.15m de bordillo para completar un total de 1m de ancho.

3.6.1.5 Alcantarillas de alivio

Generalmente el caudal que aportan las cunetas es evacuado cada 500 m dependiendo de la topografía de estudio. En el estudio se colocó cada 500 m dando un total de 4 alcantarillados de alivio. La ubicación se encuentra en los planos.

3.7 Señalización

En los planos, se detallan las características y tipos de señales implementadas en el diseño, así como su ubicación estratégica a lo largo de la carretera, garantizando la visibilidad y efectividad en su función.

3.8 Presupuesto del Proyecto

Después de realizar todos los cálculos necesarios para el diseño geométrico y estructural de la vía San Nicolas – Gullancay, parroquia Cojitambo, se llevó a cabo los costos asociados a las distintas actividades y recursos necesarios para llevar a cabo el diseño y la construcción de la infraestructura vial.

Tabla 41. Presupuesto

PRESUPUESTO						
ITEM	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
		BORDILLOS, CUNETA Y ACCESOS				17626.76
1.1	500259	Excavación para cunetas y encauzamiento a mano	m3	1000.00	16.26	16260.00
1.2	500255	Excavación sin clasificación	m3	600.40	1.69	1014.68
1.3	500148	Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)	m3-km	1600.40	0.22	352.09
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				319551.92
2.1		BASES-SUB BASES-MEJORAMIENTO				311066.08
2.1.1	500342	Sub-base Clase 1	m3	3636.00	22.59	82137.24
2.1.2	500430	Base, Clase 1	m3	3636.00	25.69	93408.84
2.1.3	548011	Carpeta asfáltica (e=3") Ho.Asf.mezclado en planta	m2	12100.00	11.20	135520.00
2.2		TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS				8485.84
2.2.1	515014	Transporte de sub-base	m3-km	3636.00	0.22	799.92
2.2.2	515015	Transporte de base	m3-km	3636.00	0.22	799.92
2.2.3	515016	Transporte de mezcla asfáltica	m3-km	12100.00	0.26	3146.00
2.2.4	500148	Transporte de material de excavación	m3-km	17000.00	0.22	3740.00
3		DRENAJE				330607.78
3.1		Estructuras de alivio hidráulico				324454.56
3.1.1	500298	Hormigón estructural clase "C" f'c=210 kg/cm2, P/bordilbs y cunetas	m3	1737.20	175.87	305521.36
3.1.2	502062	Alcantarillas impermeables Armico D=900mm	m	91.00	152.00	13832.00
3.1.3	500298	Hormigón estructural de cemento portland Clase B (f'c=280 kg/cm2)	m3	19.20	204.13	3919.30
3.1.4	500300	Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 Kg/cm2	Kg	530.00	2.23	1181.90
3.2		Subdrenaje				6153.22
3.2.1	500432	Replanteo y nivelación	m	50.00	2.39	119.50
3.2.2	504279	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	86.00	1.99	171.14
3.2.3	502062	Tubería para subdrenes, D=200mm	m	50.00	10.53	526.50
3.2.4	502012	Material filtrante	m3	544.60	8.61	4689.01
3.2.5	515029	Transporte de material filtrante	m3-km	78.50	0.22	17.27
3.2.6	502011	Geotextil para subdren	m2	225.00	1.92	432.00
3.2.7	515020	Cargado de material a máquina	m3	86.00	2.08	178.88
3.2.8	500148	Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)	m3-km	86.00	0.22	18.92
4		SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL				38263.24
4.1		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				11120.00
4.1.1	515038	Marcas de pavimento (Pintura amarilla reflectiva) acrílica a= 10 cm, e=	m	4000.00	1.39	5560.00
4.1.2	515039	Marcas de pavimento (Pintura blanca reflectiva) acrílica a= 10 cm, e=	m	4000.00	1.39	5560.00
4.2		SEÑALIZACIÓN VERTICAL				21922.23
4.2.1	515049	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Límite máximo de	u	14.00	171.90	2406.60
4.2.2	515052	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Curva y contracurva	u	2.00	171.90	343.80
4.2.3	515057	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Peatones en la vía	u	1.00	171.90	171.90
4.2.4	515066	Guardacaminos doble metálico	m	200.00	79.14	15828.00
4.2.6	515069	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Curva derecha cerrada	u	5.00	171.90	859.50
4.2.7	515070	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Curva izquierda cerrada	u	4.00	171.90	687.60
4.2.8	500298	Hormigón simple para rompevelocidades (f'c=210 kg/cm2)	m3	3.00	175.87	527.61
4.2.9	515052	Señales al lado de la carretera Disco Pare	u	1.00	171.90	171.90
4.2.10	515052	Señales al lado de la carretera Ancho Máximo	u	1.00	171.90	171.90
4.2.11	515057	Señales al lado de la carretera Doble Vía	u	3.00	136.54	409.62
4.2.12	515072	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Presencia Resalto	u	2.00	171.90	343.80
5		IMPACTO AMBIENTAL				5221.01
5.1	515077	Batería sanitaria móvil	u	2.00	1504.11	3008.22
5.2	515078	Trampa de Grasas y Aceites	u	2.00	326.32	652.64
5.3	515079	Tanque de Almacenamiento de Grasas y Aceite	u	4.00	31.76	127.04
5.4	515081	Agua para control de polvo	ml de litros	10.00	3.85	38.50
5.5	515082	Cobertura de plástico	m2	100.00	1.25	125.00
5.6	515083	Charlas de concientización	u	1.00	250.37	250.37
5.7	515084	Comunicados Radiales	min	100.00	4.17	417.00
5.8	515085	Instructivos O trípticos	u	200.00	0.53	106.00
5.9	515087	Cinta Plástica Reflectiva (a=0.12 m)	m	500.00	0.72	360.00
5.11	515088	Charlas de Adiestramiento	u	1.00	136.24	136.24
			SUBTOTAL			\$ 706,049.70
			IVA	15%		\$ 105,907.46
			TOTAL			\$ 811,957.16
TOTAL.		"Ochocientos Once Mil Novecientos Cincuenta y Siete con Dieciséis centavos 1/100"				

Fuente: Elaboración Propia

4 Conclusiones

Se concluye que el proyecto constituye una solución integral a la problemática de movilidad y acceso en la región promoviendo el desarrollo social y económico de las comunidades involucradas, que son San Nicolas y Gullancay. La adquisición de un diseño sostenible y adaptado a las necesidades locales garantiza que la vía no sólo cumpla su propósito actual, sino que también tenga un impacto positivo a largo plazo.

Con el respectivo conteo vehicular en el año 2024, el TPDA es de 301 vehículos. Este valor representa las condiciones de uso de la infraestructura vial. Este valor es la base para determinar el transito promedio diario Anual de los próximos 20 años. El TPDA DEL AÑO 2044 es de 382 vehículos, el dato es un factor crucial en la determinación para el diseño de la vía.

El diseño vial que conecta las comunidades de San Nicolás y Gullancay ha sido optimizado para una velocidad de 40 km/h, garantizando así un tránsito seguro y eficiente dentro de las características geográficas y de tráfico de la zona. La elección de esta velocidad corresponde a las condiciones de la vía, el tipo de terreno y la densidad del tráfico estimado.

Lo primordial es la seguridad de los usuarios, por lo tanto, el diseño de la vía tiene una adecuada señalización y un trazado adaptado a las condiciones del terreno. Además de reducir los factores de riesgo de accidentes, aportan al bienestar general de las comunidades al facilitar un transporte más seguro y eficiente.

Los ensayos de CBR (California Bearing Ratio) realizados proporcionan datos fundamentales en el proyecto, para determinar la capacidad portante del suelo en las diferentes secciones de la carretera. Estos resultados han sido esenciales para el diseño de

la estructura de pavimentos permitiéndose seleccionar los materiales adecuados para cada capa y garantizar la durabilidad de la vía. El porcentaje del CBR para la base y sub-base es del 80% y 30% respectivamente. Estos valores permiten el cálculo de los espesores de la vía.

A partir de los ensayos se determinó el espesor óptimo de las capas subbase y base, Así como los materiales más adecuados que garantizan la estabilidad y resistencia del pavimento. La elección correcta va a garantizar una reducción de costos de mantenimiento y una vida útil prolongada. Para la carpeta asfáltica un valor de 8cm, base un valor de 21cm y para la sub-base es de 15cm.

5 Recomendaciones

Realizar campañas de sensibilización con la población local, con el tema de respetar las normas de tránsito, con el objetivo de reducir siniestros y que se fomente un uso seguro de la vía.

Establecer un plan de mantenimiento preventivo dónde se realicen inspecciones periódicas y reparaciones menores antes de que los problemas se convierten en fallas mayores.

Es importante y fundamental que el personal encargado del mantenimiento de la carretera reciba capacitación continua sobre las mejores prácticas en la conservación de pavimentos y la gestión de infraestructura vial. De esta manera lo que se busca es mantener la carretera en condiciones óptimas a lo largo de su vida útil.

Implementar un programa de monitoreo ambiental durante la construcción y operación de la carretera para minimizar impactos negativos especialmente en áreas sensibles.

El personal encargado de la obra debe tener precaución con las estructuras habitacionales existentes debido a que se encuentran cercanas al emplazamiento de la vía.

Considerar la planificación de rutas alternativas o vías adecuadas que complemente la infraestructura principal mejorando la movilidad en casos de emergencia.

6 Bibliografía

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.: AASHTO.
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogota: ECOE Ediciones.
- Espinoza, F., & Bravo, A. (2021). *Estudio de escorrentía superficial y su incidencia en los vestigios arqueológicos de Cojitambo y sendero de acceso*. Cojitambo: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cojitambo.
- GAD parroquial Cojitambo. (s.f.). *Datos Generales | GAD parroquial Cojitambo*. Obtenido de Datos Generales | GAD parroquial Cojitambo: <https://www.cojitambo.gob.ec/nuestra-parroquia/datos-generales/>
- Gad Parroquial de Cojitambo. (2021). *Plan de desarrollo ordenamiento territorial Cojitambo*. Cojitambo.
- García, J. (2015). *Topografía aplicada a la ingeniería civil*. Ciudad de Mexico: Editorial Técnica.
- González, M. (2016). *Diseño Geométrico de Carreteras: Teoría y Práctica*. Quito: Editorial Universitaria.
- González, P., & Martínez, R. (2019). *Sistemas de drenaje superficial en carreteras*. Editorial Ingeniería Civil.
- Gutiérrez Balderrama, J. (08 de 01 de 2025). *Método racional hidrología*. Obtenido de Método racional hidrología: https://prezi.com/kc9vi_g6ys7i/metodo-racional-hidrologia/
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- INEN. (2011). *RTE INEN 004-2:2011: Señalización horizontal en vías terrestres*. Quito: INEN.
- INEN. (2011). *RTE INEN 004-1:2011: Señalización vertical en vías terrestres*. Quito: INEN.
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. *Civil Engineering*, 362.
- Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. (2002). *Manual de Diseño de Carreteras*. Quito: Ministerio de Obras Públicas.
- MTOP. (2003). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

- MTOP. (2015). *Proyectos de conectividad vial en la región*. Quito.
- MTOP. (2018). *Normativa técnica para diseño y construcción de carreteras*. Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- NEVI-12. (2013). *NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOP VOLUMEN 2. QUITO*:. Quito.
- Rodríguez, L. (2020). *Tecnologías modernas en topografía*. Bogotá: Editorial Innovación.
- Sánchez, R., & López, M. (2018). Impacto del drenaje en la durabilidad de pavimentos. *Revista de Ingeniería Civil*., 12-20.
- Urban Water Resources Research Council. (1992). *Design and construction of urban stormwater management systems*. Nueva York: American Society of Civil Engineers.
- Vasquez, E., & López, J. (2015). Método racional para el cálculo de caudales de escorrentía en cuencas urbanas. *Revista de Hidrología Aplicada*, 45-60.

7 Anexos

Figura 45

RTK utilizado



Figura 46

RTK utilizado



Figura 47*Inspección de vía***Figura 48***Inspección de vía*

Figura 49*Ensayo DCP***Figura 50***Ensayo DCP*

		LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO			
		CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	CARROS	MOTOS	PESADOS	
0:00:00	1:00:00	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	4	0	0	1	
1:00:00	2:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	5	3	0	0	0	0	0	
2:00:00	3:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	0	1	2	0	0	1	
3:00:00	4:00:00	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	8	0	5	0	0	0	
4:00:00	5:00:00	8	0	4	2	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	9	15	3	5	5	0	0	
5:00:00	6:00:00	15	0	5	0	0	1	6	0	11	7	0	1	2	0	0	11	6	5	4	0	0	
6:00:00	7:00:00	11	3	5	6	6	6	7	0	7	11	9	7	11	5	0	7	3	7	3	0	7	
7:00:00	8:00:00	6	6	3	3	5	9	8	3	8	11	10	8	4	8	3	7	2	6	6	2	5	
8:00:00	9:00:00	5	0	0	6	3	10	9	2	5	10	3	6	6	6	5	6	0	5	8	8	5	
9:00:00	10:00:00	5	1	1	9	2	6	9	1	7	5	5	5	10	4	15	7	3	8	5	1	15	
10:00:00	11:00:00	6	8	0	5	4	9	8	3	5	7	1	6	2	4	6	7	5	5	12	0	9	
11:00:00	12:00:00	6	5	0	8	2	9	6	1	8	9	5	6	8	0	8	16	6	2	9	2	5	
12:00:00	13:00:00	10	6	9	8	6	10	4	0	9	8	6	5	6	3	3	7	0	5	5	9	9	
13:00:00	14:00:00	6	3	8	10	3	10	7	0	7	11	1	8	14	5	8	8	3	9	8	2	7	
14:00:00	15:00:00	5	5	6	3	2	9	4	1	7	10	2	6	5	4	9	10	6	0	10	4	9	
15:00:00	16:00:00	6	8	3	7	1	11	4	2	7	9	3	8	8	0	6	11	0	4	9	0	10	
16:00:00	17:00:00	15	5	15	7	2	10	1	1	9	10	1	5	16	3	6	8	3	2	9	7	6	
17:00:00	18:00:00	8	7	4	0	3	8	5	3	3	8	7	5	8	7	10	6	2	5	6	1	8	
18:00:00	19:00:00	16	1	10	4	4	10	8	5	0	5	2	5	6	3	6	7	5	7	7	5	0	
19:00:00	20:00:00	6	3	6	4	0	4	7	7	0	6	4	2	7	4	14	10	0	9	5	6	5	
20:00:00	21:00:00	6	4	8	3	0	2	5	3	0	8	7	1	6	3	6	7	0	7	9	1	0	
21:00:00	22:00:00	6	5	4	1	0	1	3	2	1	6	2	0	5	4	6	0	4	8	9	0	7	
22:00:00	23:00:00	0	0	9	0	0	0	0	0	0	6	3	0	6	1	6	6	0	5	5	5	5	
23:00:00	23:59:59	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	
TOTAL Carril											1												
		153	70	102	86	43	125	105	35	94	151	72	86	146	64	140	167	59	111	134	53	114	
TPS		325			254			234			309			350			337			301			Promedio.TPDS
																							301

Valor Para los ESALs			
TIPO	LIVIANOS	PESADOS	Total
	1338	772	2110
	191	110	301

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Total	325	254	234	309	350	337	301
TPDS	301						

FACTO SEMANAL		
Mes	Dias/Mes	Factor de Proporcionali dad
Enero	31	1.11
Febrero	28	1
Marzo	31	1.11
Abril	30	1.07
Mayo	31	1.11
Junnio	30	1.07
Julio	31	1.11
Agosto	30	1.07
Septiembre	30	1.07
Octubre	31	1.11
Noviembre	30	1.07
Diciembre	31	1.11
13.01		

FACTOR MENSUAL				
Mes	Diesel	Extra	Super	Total
Enero	1877803	1625405	152818	3656026
Febrero	2183030	1422703	172167	3777900
Marzo	1895799	1707562	157184	3760545
Abril	2036094	1577809	150557	3764460
Mayo	2090845	1681716	160591	3933152
Junnio	1885369	1497209	144747	3527325
Julio	2543823	1651847	146993	4342663
Agosto	2648662	1769062	181805	4599529
Septiembre	2354063	1513274	149443	4016780
Octubre	2140840	1359839	141954	3642633
Noviembre	2157119	1508354	145745	3811218
Diciembre	2235316	1638045	162417	4035778
Total	26048763	18952825	1866421	46868009

TPDA 2024 331

AÑO	POBLACION CENSAL	TASA DE CRECIMIENTO
2001	64910	
2010	70009	0.84%
2020	74515	0.63%
	69812	0.73%

$$TPDA_{2044} = TPDA_{2024} * (1 + i)^n$$

TPDA 2044	382
-----------	-----

Fs1.07Consumo Pro3905667.42

Fm1.02478195

Informe de acuerdos verticales de perfiles

Cliente:

Client

Client Company

Address 1

Fecha: 1/6/2025 3:49:07 PM

Preparado por:

Preparer

Your Company Name

123 Main Street

Alineación vertical: Rasante 1

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 2+000.80

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+100.97	Elevación:	2,860.126m
P.K. de VAV:	0+175.97	Elevación:	2,858.902m
P.K. de PTV:	0+250.97	Elevación:	2,855.464m
Punto alto:	0+100.97	Elevación:	2,860.126m
Inclinación de rasante T.E.:	-1.63%	Inclinación de rasante T.S.:	-4.58%
Cambiar:	2.95%	K:	50.823m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	5,082.293m
Distancia de adelantamiento:	598.938m	Distancia de parada:	300.171m

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+290.36	Elevación:	2,853.658m
P.K. de VAV:	0+365.36	Elevación:	2,850.220m
P.K. de PTV:	0+440.36	Elevación:	2,841.101m
Punto alto:	0+290.36	Elevación:	2,853.658m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.58%	Inclinación de rasante T.S.:	-12.16%
Cambiar:	7.57%	K:	19.803m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	1,980.258m
Distancia de adelantamiento:	279.146m	Distancia de parada:	162.735m

Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	0+906.26	Elevación:	2,812.543m
P.K. de VAV:	0+981.26	Elevación:	2,808.812m
P.K. de PTV:	1+056.26	Elevación:	2,801.855m
Punto alto:	0+906.26	Elevación:	2,812.543m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.97%	Inclinación de rasante T.S.:	-9.28%
Cambiar:	4.30%	K:	34.877m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	3,487.684m
Distancia de adelantamiento:	434.548m	Distancia de parada:	229.522m

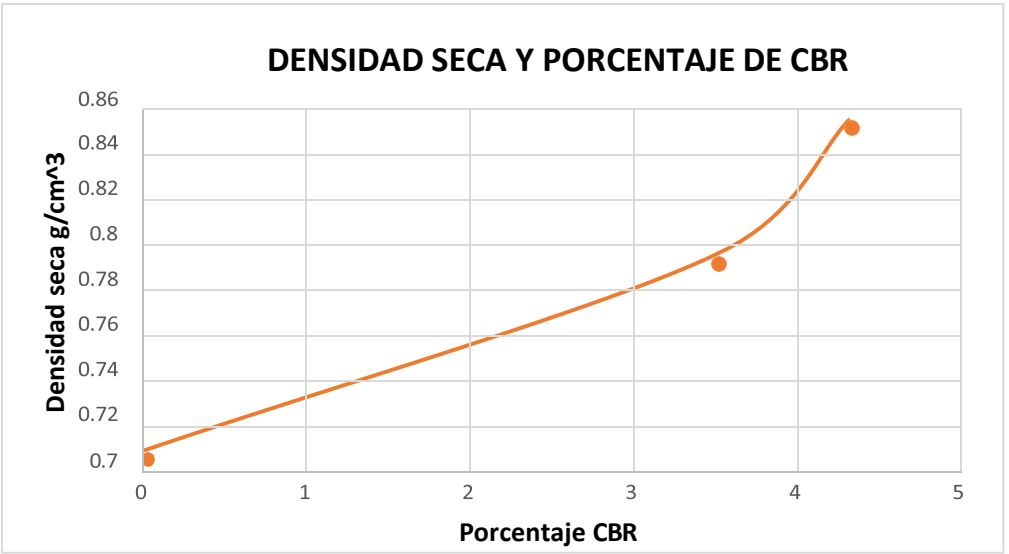
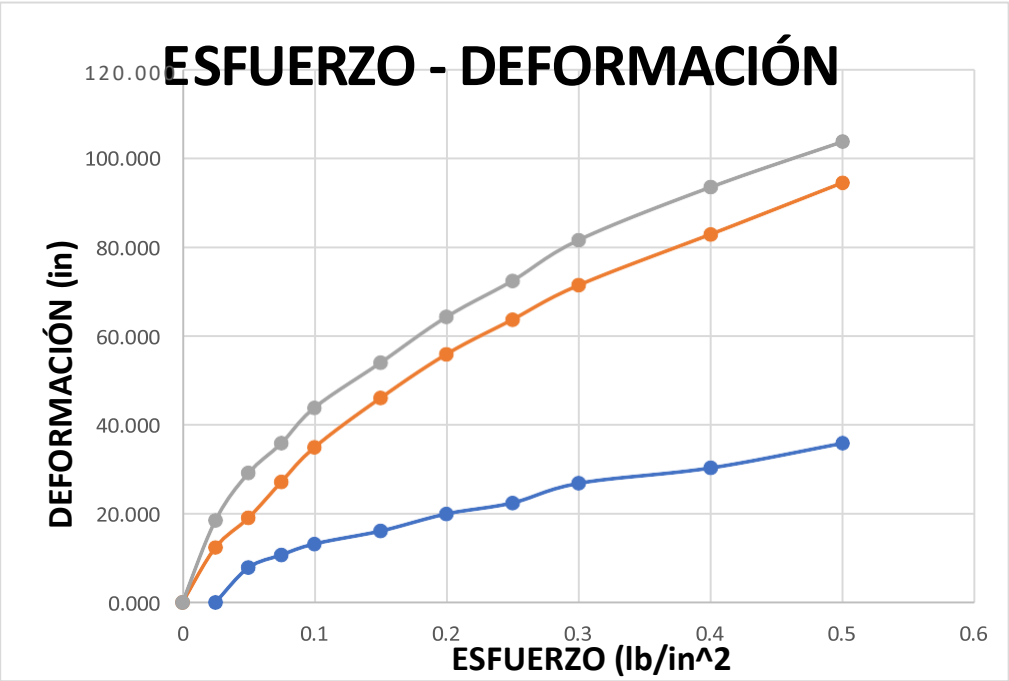
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)

P.K. de PAV:	1+124.02	Elevación:	2,795.570m
P.K. de VAV:	1+199.02	Elevación:	2,788.613m
P.K. de PTV:	1+274.02	Elevación:	2,787.217m
Punto bajo:	1+274.02	Elevación:	2,787.217m
Inclinación de rasante T.E.:	-9.28%	Inclinación de rasante T.S.:	-1.86%
Cambiar:	7.41%	K:	20.233m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	2,023.261m
Distancia de iluminación:	131.961m		
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	1+468.11	Elevación:	2,783.602m
P.K. de VAV:	1+543.11	Elevación:	2,782.206m
P.K. de PTV:	1+618.11	Elevación:	2,779.066m
Punto alto:	1+468.11	Elevación:	2,783.602m
Inclinación de rasante T.E.:	-1.86%	Inclinación de rasante T.S.:	-4.19%
Cambiar:	2.33%	K:	64.514m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	6,451.439m
Distancia de adelantamiento:	740.084m	Distancia de parada:	360.831m
Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo)			
P.K. de PAV:	1+636.76	Elevación:	2,778.285m
P.K. de VAV:	1+711.76	Elevación:	2,775.144m
P.K. de PTV:	1+786.76	Elevación:	2,773.215m
Punto bajo:	1+786.76	Elevación:	2,773.215m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.19%	Inclinación de rasante T.S.:	-2.57%
Cambiar:	1.62%	K:	92.871m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	9,287.115m
Distancia de iluminación:			
Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo)			
P.K. de PAV:	1+835.48	Elevación:	2,771.962m
P.K. de VAV:	1+910.48	Elevación:	2,770.033m
P.K. de PTV:	1+985.48	Elevación:	2,764.424m
Punto alto:	1+835.48	Elevación:	2,771.962m
Inclinación de rasante T.E.:	-2.57%	Inclinación de rasante T.S.:	-7.48%
Cambiar:	4.91%	K:	30.567m
Longitud de curva:	150.000m	Radio de curva	3,056.686m
Distancia de adelantamiento:	390.116m	Distancia de parada:	210.427m

Tabla de Elementos de Curvas													
N° curva	DELTA	RAD(K)	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	Dirección
PI1	13°28'06"	53.90	6.36	12.67	12.64	0.37	0.37	0+060.91	0+054.55	0+067.22	9693047.61	732833.69	S12° 29' 46"W
PI2	4°10'24"	50.00	1.82	3.64	3.64	0.03	0.03	0+112.27	0+110.45	0+114.09	9692996.45	732828.53	S7° 50' 55"W
PI3	38°17'26"	46.14	16.02	30.84	30.26	2.70	2.55	0+168.76	0+152.74	0+183.58	9692940.81	732818.78	S9° 12' 36"E
PI4	34°19'28"	50.00	15.44	29.95	29.51	2.33	2.23	0+211.72	0+196.28	0+226.23	9692901.95	732839.75	S11° 11' 35"E
PI5	28°06'12"	52.10	13.04	25.56	25.30	1.61	1.56	0+279.00	0+265.96	0+291.52	9692834.11	732832.66	S8° 04' 57"E
PI6	10°09'20"	45.00	4.00	7.98	7.97	0.18	0.18	0+328.88	0+324.88	0+332.86	9692787.42	732851.65	S17° 03' 23"E
PI7	5°51'33"	117.01	5.99	11.97	11.96	0.15	0.15	0+362.79	0+356.80	0+368.77	9692754.23	732858.69	S14° 54' 29"E
PI8	14°05'30"	45.00	5.56	11.07	11.04	0.34	0.34	0+400.97	0+395.41	0+406.48	9692717.87	732870.39	S24° 53' 01"E
PI9	20°17'50"	45.00	8.06	15.94	15.86	0.72	0.70	0+481.56	0+473.50	0+489.45	9692649.43	732913.04	S21° 46' 51"E
PI10	9°23'05"	50.00	4.10	8.19	8.18	0.17	0.17	0+567.79	0+563.69	0+571.88	9692564.80	732930.47	S6° 56' 24"E
PI11	3°16'46"	210.99	6.04	12.08	12.07	0.09	0.09	0+620.80	0+614.76	0+626.83	9692511.82	732932.54	S3° 53' 14"E
PI12	7°52'18"	67.80	4.66	9.32	9.31	0.16	0.16	0+678.82	0+674.16	0+683.47	9692454.06	732938.13	S9° 27' 46"E
PI13	8°40'02"	128.95	9.77	19.51	19.49	0.37	0.37	0+710.00	0+700.23	0+719.73	9692423.72	732945.36	S9° 03' 53"E
PI14	14°29'29"	87.17	11.08	22.05	21.99	0.70	0.70	0+779.12	0+768.03	0+790.08	9692354.80	732951.06	S2° 30' 52"W
PI15	20°31'17"	46.62	8.44	16.70	16.61	0.76	0.75	0+813.24	0+804.80	0+821.50	9692321.05	732945.26	S20° 01' 15"W
PI16	11°36'56"	45.32	4.61	9.19	9.17	0.23	0.23	0+831.91	0+827.30	0+836.48	9692304.78	732935.76	S24° 28' 26"W
PI17	6°16'28"	45.66	2.50	5.00	5.00	0.07	0.07	0+861.76	0+859.25	0+864.25	9692276.47	732926.19	S21° 48' 12"W
PI18	39°45'31"	45.00	16.27	31.23	30.60	2.85	2.68	0+900.99	0+884.72	0+915.94	9692240.89	732909.65	S44° 49' 12"W
PI19	30°45'25"	45.30	12.46	24.32	24.03	1.68	1.62	0+930.69	0+918.23	0+942.55	9692227.63	732881.61	S49° 19' 15"W
PI20	15°08'16"	45.00	5.98	11.89	11.85	0.40	0.39	0+975.11	0+969.13	0+981.02	9692190.28	732856.47	S26° 22' 24"W
PI21	13°27'35"	47.80	5.64	11.23	11.20	0.33	0.33	0+996.86	0+991.22	1+002.45	9692169.63	732849.43	S12° 04' 28"W
PI22	0°08'13"	45.00	0.05	0.11	0.11	0.00	0.00	1+022.87	1+022.81	1+022.92	9692143.68	732847.01	S5° 24' 47"W
PI23	1°05'16"	295.74	2.81	5.61	5.61	0.01	0.01	1+058.64	1+055.83	1+061.45	9692108.07	732843.59	S4° 56' 16"W
PI24	1°55'10"	45.00	0.75	1.51	1.51	0.01	0.01	1+116.67	1+115.91	1+117.42	9692050.21	732839.14	S5° 21' 12"W
PI25	6°10'14"	163.91	8.84	17.65	17.64	0.24	0.24	1+171.57	1+162.73	1+180.38	9691995.65	732833.11	S9° 23' 55"W
PI26	5°32'29"	45.00	2.18	4.35	4.35	0.05	0.05	1+211.84	1+209.66	1+214.01	9691956.31	732824.40	S9° 42' 47"W
PI27	3°43'37"	53.46	1.74	3.48	3.48	0.03	0.03	1+252.78	1+251.04	1+254.52	9691915.67	732819.45	S5° 04' 44"W
PI28	5°18'42"	811.16	37.63	75.20	75.17	0.87	0.87	1+292.96	1+255.33	1+330.53	9691875.55	732817.20	S5° 52' 17"W
PI29	2°02'05"	45.00	0.80	1.60	1.60	0.01	0.01	1+336.24	1+335.45	1+337.04	9691832.69	732810.77	S7° 30' 35"W
PI30	6°31'11"	122.89	7.00	13.98	13.98	0.20	0.20	1+371.12	1+364.12	1+378.10	9691798.04	732806.83	S9° 45' 08"W
PI31	8°24'24"	45.00	3.31	6.60	6.60	0.12	0.12	1+413.37	1+410.06	1+416.66	9691756.86	732797.31	S17° 12' 56"W
PI32	10°04'41"	50.64	4.47	8.91	8.90	0.20	0.20	1+443.68	1+439.21	1+448.12	9691728.63	732786.24	S16° 22' 48"W
PI33	22°53'32"	45.00	9.11	17.98	17.86	0.91	0.89	1+487.57	1+478.46	1+496.44	9691685.57	732777.60	S22° 47' 13"W
PI34	26°08'30"	46.07	10.70	21.02	20.84	1.23	1.19	1+537.43	1+526.73	1+547.75	9691644.15	732749.42	S47° 18' 14"W
PI35	7°40'54"	45.30	3.04	6.07	6.07	0.10	0.10	1+586.97	1+583.93	1+590.01	9691619.48	732706.02	S56° 32' 02"W
PI36	18°47'39"	50.97	8.44	16.72	16.64	0.69	0.68	1+624.31	1+615.88	1+632.60	9691596.84	732676.32	S43° 17' 45"W
PI37	6°32'45"	60.00	3.43	6.85	6.85	0.10	0.10	1+754.11	1+750.68	1+757.53	9691488.98	732603.84	S37° 10' 18"W
PI38	15°54'41"	51.64	7.22	14.34	14.29	0.50	0.50	1+796.54	1+789.33	1+803.67	9691456.68	732576.31	S32° 29' 19"W
PI39	22°37'02"	62.62	12.52	24.72	24.56	1.24	1.22	1+820.31	1+807.79	1+832.51	9691434.97	732566.40	S35° 50' 30"W
PI40	9°06'13"	28.31	2.25	4.50	4.49	0.09	0.09	1+852.62	1+850.37	1+854.86	9691412.78	732542.48	S42° 35' 55"W
PI41	84°19'47"	20.00	18.11	29.44	26.85	6.98	5.18	1+900.19	1+882.08	1+911.51	9691375.31	732513.15	S4° 07' 05"E
PI42	24°34'28"	40.00	8.71	17.16	17.02	0.94	0.92	1+953.67	1+944.96	1+962.12	9691333.66	732556.72	S33° 59' 45"E

N° CURVA	Radio	Longitud	V Diseño	# Carril	Sobre Ancho
1	53.9	7	40	2	1.46
2	50	7	40	2	1.55
3	46.14	7	40	2	1.66
4	50	7	40	2	1.55
5	52.1	7	40	2	1.50
6	45	7	40	2	1.69
7	117.01	7	40	2	0.79
8	45	7	40	2	1.69
9	45	7	40	2	1.69
10	50	7	40	2	1.55
11	210.99	7	40	2	0.51
12	67.8	7	40	2	1.21
13	128.95	7	40	2	0.73
14	87.17	7	40	2	0.99
15	46.62	7	40	2	1.64
16	45.32	7	40	2	1.68
17	45.66	7	40	2	1.67
18	45	7	40	2	1.69
19	45.3	7	40	2	1.68
20	45	7	40	2	1.69
21	47.8	7	40	2	1.61
22	45	7	40	2	1.69
23	295.74	7	40	2	0.40
24	45	7	40	2	1.69
25	163.91	7	40	2	0.61
26	45	7	40	2	1.69
27	53.46	7	40	2	1.47
28	811.16	7	40	2	0.20
29	45	7	40	2	1.69
30	122.89	7	40	2	0.76
31	45	7	40	2	1.69
32	50.64	7	40	2	1.53
33	45	7	40	2	1.69
34	46.07	7	40	2	1.66
35	45.3	7	40	2	1.68
36	50.97	7	40	2	1.53
37	60	7	40	2	1.34
38	51.64	7	40	2	1.51
39	62.62	7	40	2	1.29
40	28.31	7	20	2	2.13
41	20	7	20	2	2.98
42	40	7	20	2	1.55

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$



CBR	
CBR 100% compactación	11,06414254
CBR 95% compactación	12,27227833

Datos		
Periodo de Retorno	25	años
Cota max	2861.62	msnm
Cota min	2763.251	msnm
Longitud del Cauce	2000	m
Tc	0.35862597	min

$$T_c = 0.000323 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

S 0.0491845 m/m

Tc 0.35862597 min

TABLE 5.5: Normal Range of Runoff Coefficients*

Character of Surface (1)	Runoff Coefficients (2)
Pavement	
Asphalt and Concrete	0.70 to 0.95
Brick	0.70 to 0.85
Roofs	0.75 to 0.95
Lawns, Sandy Soil	
Flat (2 percent)	0.05 to 0.10
Average (2 to 7 percent)	0.10 to 0.15
Steep (>7 percent)	0.15 to 0.20
Lawns, Heavy Soil	
Flat (2 percent)	0.13 to 0.17
Average (2 to 7 percent)	0.18 to 0.22
Steep (>7 percent)	0.25 to 0.35

*The range of “C” values presented are typical for return periods of 2–10 years. Higher values are appropriate for larger design storms.

$$I = \frac{3.1688 * T_r^{0.18}}{(T_c + 5)^{0.685}}$$

I 1.79111067 mm/min

I 107.46664 mm/h

Carril Izquierdo			Carril Derecho		
Tramo	Area	C	Tramo	Area	C
1	3000	0.7	1	3000	0.7
2	1830	0.7	2	1830	0.7
3	450	0.7	3	450	0.7
4	420	0.7	4	420	0.7
5	300	0.7	5	300	0.7

Tramo1		
Abscisa inicial	0+000	
Abscisa final	1+000	
Ancho de carril	3 m	
Longitud	1000 m	
Coefficiente de escorrentia	0.7	
Cota max	2861.62 msnm	
Cota min	2808.057 msnm	
S	0.053563 m/m	
Area de aporte	3000 m2	
Area de aporte total	0.3 Ha	
Caudal-Metodo Racional	$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
	Q	0.062688873 m3/s
Caudal de Maning	$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2}\right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	
	Q	0.248463778 m3/s
%Ocupacion	25.23%	
Verificacion	Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Tramo2		
Abscisa inicial	1+000	
Abscisa final	1+610	
Ancho de carril	3 m	
Longitud	610 m	
Coefficiente de escorrentia	0.7	
Cota max	2808.057 msnm	
Cota min	2783.419 msnm	
S	0.040390164 m/m	
Area de aporte	1830 m2	
Area de aporte total	0.183 Ha	
Caudal-Metodo Racional	$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
	Q	0.038240213 m3/s
Caudal de Maning	$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2}\right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	
	Q	0.215758764 m3/s
%Ocupacion	17.72%	
Verificacion	Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Tramo3		
Abscisa inicial	1+610	
Abscisa final	1+760	
Ancho de carril	3 m	
Longitud	150 m	
Coefficiente de escorrentia	0.7	
Cota max	2783.419 msnm	
Cota min	2776.788 msnm	
S	0.044206667 m/m	
Area de aporte	450 m2	
Area de aporte total	0.045 Ha	
Caudal-Metodo Racional	$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
	Q	0.009403331 m3/s
Caudal de Maning	$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2}\right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	
	Q	0.225722329 m3/s
%C upacion	4.17%	
Verificacøn	Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Tramo4		
Abscisa inicial	1+760	
Abscisa final	1+900	
Ancho de carril	3 m	
Longitud	140 m	
Coefficiente de escorrentia	0.7	
Cota max	2776.788 msnm	
Cota min	2772.8 msnm	
S	0.028485714 m/m	
Area de aporte	420 m2	
Area de aporte total	0.042 Ha	
Caudal-Metodo Racional	$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
	Q	0.008776442 m3/s
Caudal de Maning	$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2}\right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	
	Q	0.181194159 m3/s
%Ocupacion	4.84%	
Verificacion	Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Tramo5		
Abscisa inicial	1+900	
Abscisa final	2+000	
Ancho de carril	3 m	
Longitud	100 m	
Coefficiente de escorrentia	0.7	
Cota max	2772.8 msnm	
Cota min	2763.251 msnm	
S	0.09549 m/m	
Area de aporte	300 m2	
Area de aporte total	0.03 Ha	
Caudal-Metodo Racional	$Q = \frac{C * I * A}{360}$	
	Q	0.006269 m3/s
Caudal de Maning	$Q = \frac{1}{n} * \left(\frac{A^5}{P^2}\right)^{\frac{1}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	
	Q	0.331748971 m3/s
%Ocupacion	1.890%	
Verificacion	Cumple Dimensionamiento de Cuneta	

Dimesiones propuestas por la cuneta		
Za	0.25	
Zb	4	
h	0.2 m	
$A = \frac{(Za + Zb) * h^2}{2}$	A	0.085 m2
$P = \left(\sqrt{1 + Za^2} + \sqrt{1 + Zb^2}\right) * h$	P	1.030776406 m
$I = (z_a + z_b) * h$	I	0.85 m

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA VIA Y DEL DISEÑO

Numero de Carriles	2	
Numero de Carriles c/direccion	1	
Periodo de Diseño	20	
% Confiabilidad	80	
CALCULO DE PARAMETROS	Zr	0.8416
	porcentaje 1	0.5
	porcentaje 2	1

Número de carriles en ambas direcciones	% de vehículos pesados en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Número de carriles en cada dirección	% de ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Highway Conditions	Analysis Period (years)
High-volume urban	30–50
High-volume rural	20–50
Low-volume paved	15–25
Low-volume aggregate surface	10–20

Table 2.2. Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85–99 9	80–99 9
Principal Arterials	80–99	75–95
Collectors	80–95	75–95
Local	50–80	50–80

NOTE: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force

PT 2.5 %veh pesados carril diseño 0.5 Periodo de Diseño 20 σ 0.05
 SN 3 %ESALs carril de diseño 1 Confiabilidad (Zr) 0.8416

1. Copiar Datos

3. Resumen

2. Generar Tabla

$$N = TPD \times A\% \times F_D \times F_L \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \times FCg$$

NOTA:
 NO modificar el contenido de ninguna

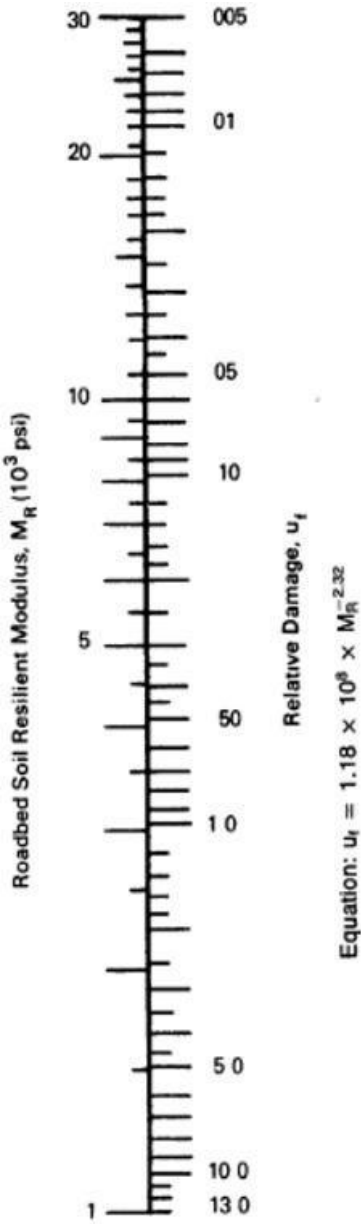
$$N' = 10^{\sigma \cdot Zr} \times N$$

TIPO	FRECUENCIA	FACTOR CAMION	TASA DE CRECIMIENTO	FACTOR DE CRECIMIENTO	N. ESALs p/diseño	N. ESALs CORREGIDO p/diseño
AUTOS	191	0.001	0.0447	31.967	947	1,044
2DB	110	3.762	0.0273	26.500	2,010,334	2,214,875
	301			TOTAL	2,011,281	2,215,919

Número de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia	ESALs
< 10 ⁴	60	2.E+06
10 ⁴ – 10 ⁶	75	PERCENTIL 87.5
> 10 ⁶	87.5	

MR= 1500(CBR)_____CBR <10%
MR= 3000(CBR)^{0.65}_____10%<CBR <20%
MR= 4326 x Ln(CBR)+241_____Suelos_granulares

MES	GRUPO	CBR	MR	Daño Relativo Uf
ENERO	0	0		
		0		
FEBRERO	0	0		
		0		
MARZO	0	0		
		0		
ABRIL	0	0		
		0		
MAYO	0	0		
		0		
JUNIO	0	0		
		0		
JULIO	0	0		
		0		
AGOSTO	4	0		
		0		
SEPTIEMBRE	0	0		
		0		
OCTUBRE	1	10.2	13574.11	0.0305
		12.5	15492.19	0.0224
NOVIEMBRE	2	11.3	14508.49	0.0261
		11.5	14674.89	0.0254
DICIEMBRE	3	12.6	15572.64	0.0222
		10.6	13917.78	0.0288
		n	6.00	
			Σuf	0.16
			Uf PROM	0.025896959
			Mr FINAL	14561.43



DISPONE YA DE UN CBR GENERAL POR GRUPO?
(DATOS DE CBR IMPUESTOS)
☒ SI

DETERMINACION DE PERCENTIL DATOS DE CALICATAS	
	CBR
GRUPO 1	0.00
GRUPO 2	0.00
GRUPO 3	0.00
GRUPO 4	0.00
GRUPO 5	0.00
GRUPO 6	0.00

ESCRIBA LOS CBR's		
	CBR 1	CBR 2
GRUPO 1	10.20	12.50
GRUPO 2	11.30	11.50
GRUPO 3	12.60	10.60
GRUPO 4	0.00	0.00
GRUPO 5	0.00	0.00
GRUPO 6	0.00	0.00

TRAFICO UTILIZADO PARA EL DISEÑO	2.22E+06
----------------------------------	----------

1. SUBRASANTE IMPUESTA			CALCULADA
CBR DE SUBRASANTE	10	%	IMPORTAR
Mr (psi)	13400.5	Correlaciones de Heukelon y Klomp	14561.43
Mr ($\frac{kg}{cm^2}$)	1000		
Mr (MPa)	100		
VALOR SUBRASANTE IMPUESTA			13400.50776

MR= 1500(CBR) CBR <10%
MR= 3000(CBR)^{0.65} 10%<CBR <20%
MR= 4326 x Ln(CBR)+241 Suelos_granulares

2. CATEGORIA DE DRENAJE	
ACEPTABLE CON TIEMPO DE EXPOSICION ENTRE 1 Y 5%	
mi	1.000

3. DATOS DE INGRESO A PROGRAMA AASHTO 93

PAVIMENTO FLEXIBLE

E (psi)

ai

300000

0.3738

CBR BASE (%)

80

28550

0.134

CBR SUB-BASE (%)

30

14690

0.107

CONFIABILIDAD

80 %

→ ZR:

-0.842

DESV. ESTANDAR

0.45

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

SERVICIABILIDAD INICIAL

4.2

SERVICIABILIDAD FINAL

2.5

Mr Subrasante Impuesto?

☐ SI

FALSO

MODULO DE SUBRASANTE

14561.43

TRAFICO

2215919

Para comprobación:

LANZAR AASHTO 93

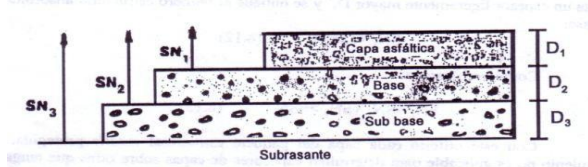
DISEÑAR

2. SELECCIONAR CRITERIOS DE DRENAJE

☐ ☐ ☒ ☐ ☐

Calidad del drenaje	☐ ☒ ☐ ☐			
	% del tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,30 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Aceptable	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,95	0,80 – 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

4. CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL Y ESPESORES



$SN = a1D1 + a2m2D2 + a3m3D3$

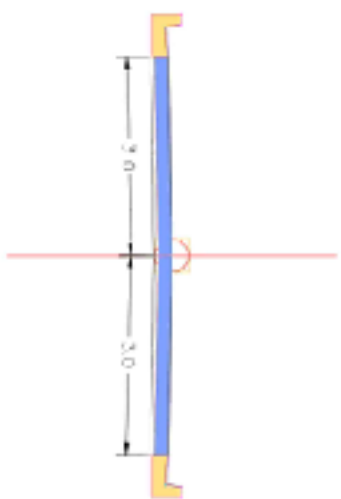
CAPAS	mi	ai	MODULOS	SN	SN POR CAPA	ESPOSOR (PULG)	ESPOSOR * (PULG)	SN*	ESPOSOR FINAL (PULG)	CM
SUPERFICIE	1.00	1	300000	1	0.76	1	2.03	1	3.000	8
BASE	1.000	2	28550	2	2.20	2	8.05	2	8.268	21
SUB-BASE	1.000	3	14690	3	2.84	3	5.71	3	5.906	15
SUBRASANTE			14561.43		2.84			2.86		

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

CON SUB-BASE		SIN SUB-BASE	
$D_1' \geq \frac{SN_1}{a_1}$	CUMPLE	$D_1' \geq \frac{SN_1}{a_1}$	
$SN_1' = a_1 D_1 > SN_1$	CUMPLE	$SN_1' = a_1 D_1 > SN_1$	
$D_2' = \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 m_2}$	CUMPLE	$D_2' = \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 m_2}$	
$SN_1' + SN_2' \geq SN_2$	CUMPLE	$SN_1' + SN_2' \geq SN_2$	
$D_1' \geq \frac{SN_2 - (SN_1' + SN_2')}{a_2 m_2}$	CUMPLE	$D_1' \geq \frac{SN_2 - (SN_1' + SN_2')}{a_2 m_2}$	

PRESUPUESTO						
ITEM	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
		BORDILLOS, CUNETA Y ACCESOS				17626.76
1.1	500259	Excavación para cunetas y encauzamiento a mano	m3	1000.00	16.26	16260.00
1.2	500255	Excavación sin clasificacion	m3	600.40	1.69	1014.68
1.3	500148	Transporte de material de excavacion (transporte libre 500m)	m3-km	1600.40	0.22	352.09
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				31G551.G2
2.1		BASES-SUB BASES-MEJORAMIENTO				311066.08
2.1 1	500342	Sub-base Clase 1	m3	3636.00	22.59	82137.24
2.1.2	500430	Base, Clase 1	m3	3636.00	25.69	93408.84
2.1 3	548011	Carpeta asfaltica (e=3") Ho.Asf.mezclado en planta	m2	12100.00	11.20	135520.00
2.2		TRANSPORTE DE MATERIALES SUELTOS				8485.84
2.2.1	515014	Transporte de sub-base	m3-km	3636.00	0.22	799.92
2.2.2	515015	Transporte de base	m3-km	3636.00	0.22	799.92
2.2.3	515016	Transporte de mezcla asfaltica	m3-km	12100.00	0.26	3146.00
2.2.4	500148	Transporte de material de excavacion	m3-km	17000.00	0.22	3740.00
3		DRENAJE				330607.78
3.1		Estructuras de alivio hidraulico				324454.56
3.1.1	500298	Hormigon estructural clase "C" f'c=210 kg/cm2, P/bordilbs y cunetas	m3	1737.20	175.87	305521.36
3.1 2	502062	Alcantarillas impermeables Armico D=900mm	m	91.00	152.00	13832.00
3.1.3	500298	Hormigon estructural de cemento portland Clase B (f'c=280 kg/cm2)	m3	19.20	204.13	3919.30
3.1.4	500300	Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 Kg/cm2	Kg	530.00	2.23	1181.90
3.2		Subdrenaje				6153.22
3.2.1	500432	Replanteo y nivelacion	m	50.00	2.39	119.50
3.2.2	504279	Excavacion a maquina con retroexcavadora	m3	86.00	1.99	171.14
3.2.3	502062	Tuberia para subdrenes, D=200mm	m	50.00	10.53	526.50
3.2.4	502012	Material filtrante	m3	544.60	8.61	4689.01
3.2.5	515029	Transporte de material filtrante	m3-km	78.50	0.22	17.27
3.2.6	502011	Geotextil para subdren	m2	225.00	1.92	432.00
3.2.7	515020	Cargado de material a maquina	m3	86.00	2.08	178.88
3.2.8	500148	Transporte de material de excavacion (transporte libre 500m)	m3-km	86.00	0.22	18.92
4		SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				38263.24
4.1		SEÑALIZACION HORIZONTAL				11120.00
4.1 1	515038	Marcas de pavimento (Pintura amarilla reflectiva) acrílica a= 10 cm, e=	m	4000.00	1.39	5560.00
4.1 2	515039	Marcas de pavimento (Pintura blanca reflectiva) acrílica a= 10 cm, e=	m	4000.00	1.39	5560.00
4.2		SEÑALIZACION VERTICAL				21G22.23
4.2.1	515049	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Límite máximo de	u	14.00	171.90	2406.60
4.2.2	515052	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Curva y contracurva		2.00	171.90	343.80
4.2.3	515057	Señales al lado de la carretera (0. 75x 0.75 m) Peatones en la via	u	1.00	171.90	171.90
4.2.4	515066	Guardacamios doble metálico	m	200.00	79.14	15828.00
4.2.6	515069	Señales al lado de la carretera (0. 75 x 0.75 m) Curva derecha cerrada	u	5.00	171.90	859.50
4.2.7	515070	Señales al lado de la carretera (0.75 x 0.75 m) Curva izquierda cerrada	u	4.00	171.90	687.60
4.2.8	500298	Hormigon simple para rompevelocidades (f'c=210 kg/cm2)	m3	3.00	175.87	527.61
4.2.9	515052	Señales al lado de la carretera Disco Pare	u	1.00	171.90	171.90
4.2.10	515052	Señales al lado de la carretera Ancho Maximo	u	1.00	171.90	171.90
4.2.11	515057	Señales al lado de la carretera Doble Via	u	3.00	136.54	409.62
4.2.12	515072	Señales al lado de la carretera (0. 75 x 0. 75 m) Presencia Resalto	u	2.00	171.90	343.80
5		IMPACTO AMBIENTAL				5221.01
5.1	515077	Batería sanitaria móvil	u	2.00	1504.11	3008.22
5.2	515078	Trampa de Grasas y Aceites	u	2.00	326.32	652.64
5.3	515079	Tanque de Almacenamiento de Grasas y Aceite	u	4.00	31.76	127.04
5.4	515081	Agua para control de polvo	miles de litros	10.00	3.85	38.50
5.5	515082	Cobertura de plástico	m2	100.00	1.25	125.00
5.6	515083	Charlas de concientización	u	1.00	250.37	250.37
5.7	515084	Comunicados Radiales	min	100.00	4.17	417.00
5.8	515085	Instructivos O trípticos	u	200.00	0.53	106.00
5.9	515087	Cinta Plástica Reflectiva (a=0.12 m)	m	500.00	0.72	360.00
5.1	515088	Charlas de Adiestramiento	u	1.00	136.24	136.24
			SUBTOTAL			\$ 706,049.70
			IVA	15%		\$ 105,907.46
			TOTAL			\$ 811,957.16
TOTAL.	"Ochocientos Once Mil Novecientos Cincuenta y Siete con Dieciséis centavos 1/100"					

Sección Típica



PLANIA

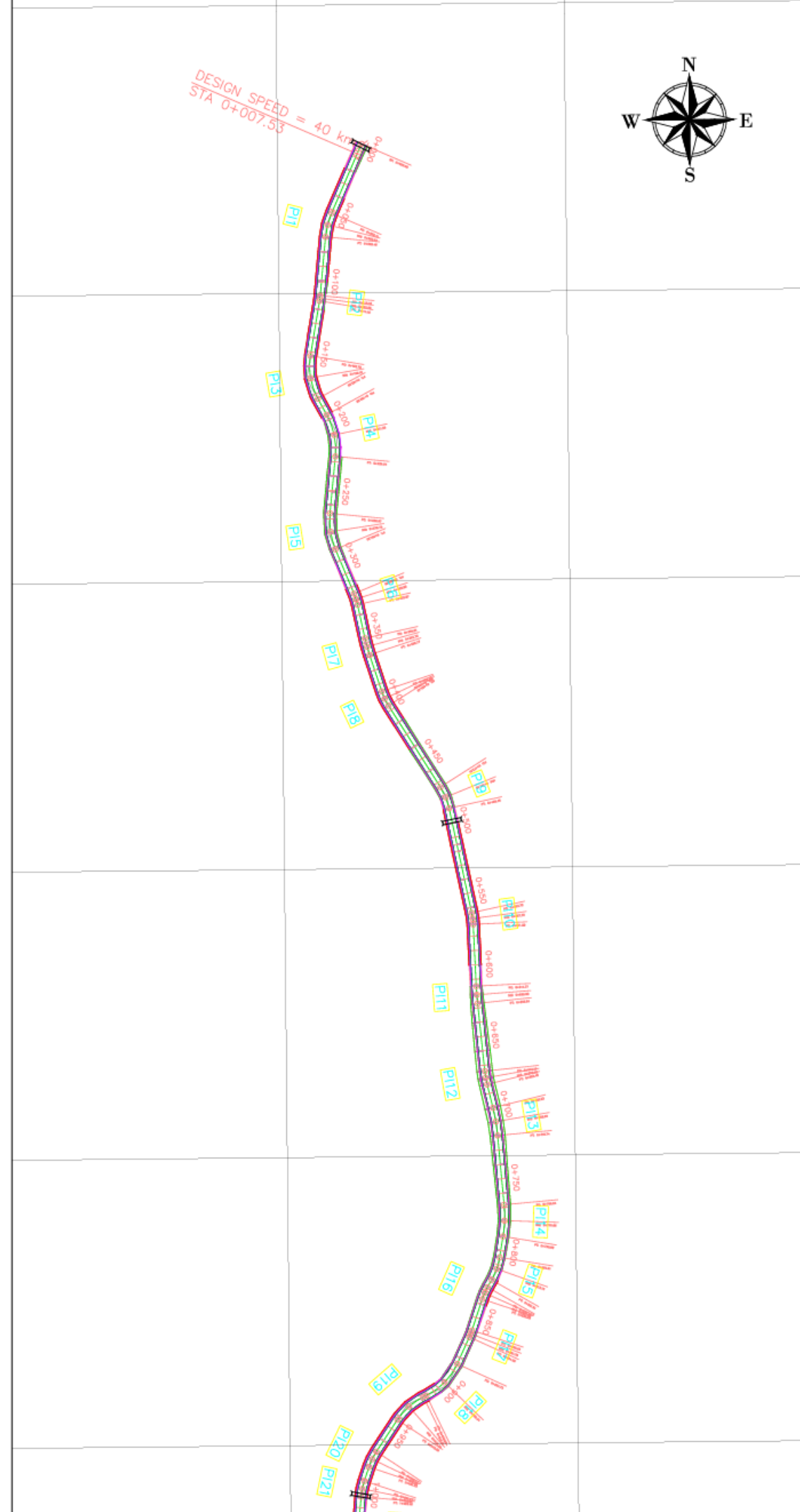
Vía P. Puente



PERFIL

Corte
Relleno
Ubicación Acentral

PERFIL LONGITUDINAL



PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
0+000	2861.39	2861.77	0.12	
0+020	2861.57	2861.45	0.55	
0+040	2861.67	2861.12	1.13	
0+060	2861.92	2860.80	0.71	
0+080	2861.18	2860.47	0.49	
0+100	2860.63	2860.14	0.49	
0+120	2860.27	2859.78	0.94	
0+140	2860.28	2859.34	1.54	
0+160	2860.36	2858.82	1.46	
0+180	2859.68	2858.22	0.17	
0+200	2857.72	2857.55	0.56	
0+220	2856.23	2856.79	0.84	
0+240	2855.11	2855.96	0.72	
0+260	2854.33	2855.05	0.40	
0+280	2853.73	2854.13		
0+300	2853.23	2853.19	0.04	
0+320	2852.62	2852.08	0.54	
0+340	2851.68	2850.76	0.91	
0+360	2850.57	2849.24	1.33	
0+380	2848.43	2847.52	0.90	
0+400	2846.68	2845.60	1.08	
0+420	2844.24	2843.47	0.77	
0+440	2841.28	2841.15	0.14	
0+460	2838.47	2838.71	0.24	
0+480	2836.01	2836.28	0.27	
0+500	2834.28	2833.85	0.42	
0+520	2833.24	2831.76	1.48	
0+540	2832.90	2830.76	2.13	
0+560	2832.45	2829.77	2.68	
0+580	2830.44	2828.77	1.67	
0+600	2828.48	2827.78	0.41	
0+620	2826.37	2826.78	1.20	
0+640	2824.59	2825.79	1.50	
0+660	2823.29	2824.79	1.52	
0+680	2822.28	2823.80	1.58	
0+700	2821.22	2822.80	1.42	
0+720	2820.39	2821.81	1.06	
0+740	2819.76	2820.81	0.76	
0+760	2819.06	2819.82	0.55	
0+780	2818.27	2818.82	0.48	
0+800	2817.35	2817.83	0.04	
0+820	2816.79	2816.83	0.23	
0+840	2816.07	2815.84	0.11	
0+860	2814.73	2814.84	0.00	
0+880	2813.85	2813.85	0.23	
0+900	2813.08	2812.85	0.73	
0+920	2812.56	2811.83	1.22	
0+940	2811.92	2810.70	1.52	
0+960	2810.97	2809.46	1.75	
0+980	2809.85	2808.10	1.45	
1+000	2808.07	2806.62		

Información de acuerdo vertical (segundo convenio)

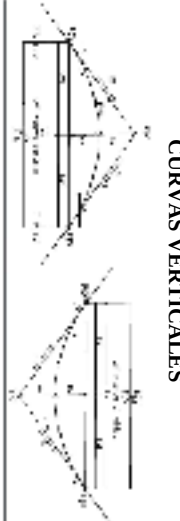
P.K. de PAV:	0+100.97	Elevación:	2,890.12m
P.K. de VAV:	0+175.97	Elevación:	2,858.902m
P.K. de PTV:	0+250.97	Elevación:	2,855.464m
Punto alto:	0+100.97	Elevación:	2,860.12m
Inclinación de rasante T.E.:	-1.63%	Inclinación de rasante T.S.:	-4.58%
Cambiar:	2.93%	K:	50.823m
Longitud de curva:	150.00m	Radio de curva:	5,082.293m
Distancia de adelantamiento:	598.038m	Distancia de parada:	300.171m

Información de acuerdo vertical (segundo convenio)

P.K. de PAV:	0+290.36	Elevación:	2,851.658m
P.K. de VAV:	0+365.36	Elevación:	2,850.220m
P.K. de PTV:	0+440.36	Elevación:	2,841.101m
Punto alto:	0+290.36	Elevación:	2,851.658m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.58%	Inclinación de rasante T.S.:	-12.16%
Cambiar:	7.57%	K:	19.803m
Longitud de curva:	150.00m	Radio de curva:	1,980.258m
Distancia de adelantamiento:	279.146m	Distancia de parada:	162.715m

Información de acuerdo vertical (segundo convenio)

P.K. de PAV:	0+906.26	Elevación:	2,815.543m
P.K. de VAV:	0+981.26	Elevación:	2,808.812m
P.K. de PTV:	1+056.26	Elevación:	2,801.853m
Punto alto:	0+906.26	Elevación:	2,815.543m
Inclinación de rasante T.E.:	-4.97%	Inclinación de rasante T.S.:	-9.28%
Cambiar:	4.30%	K:	34.877m
Longitud de curva:	150.00m	Radio de curva:	3,487.684m
Distancia de adelantamiento:	434.548m	Distancia de parada:	229.522m



CURVAS HORIZONTALES



CURVAS HORIZONTALES



PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO

UBICACION:

PARROQUIA COITRAMBO - CANTON AZOGUES

CONTENIDO:

Viso en Planta y Perfil

AUTOR:

JUSTIN SEBASTIAN ABRU ROMERO

RESPONSABLE:

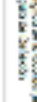
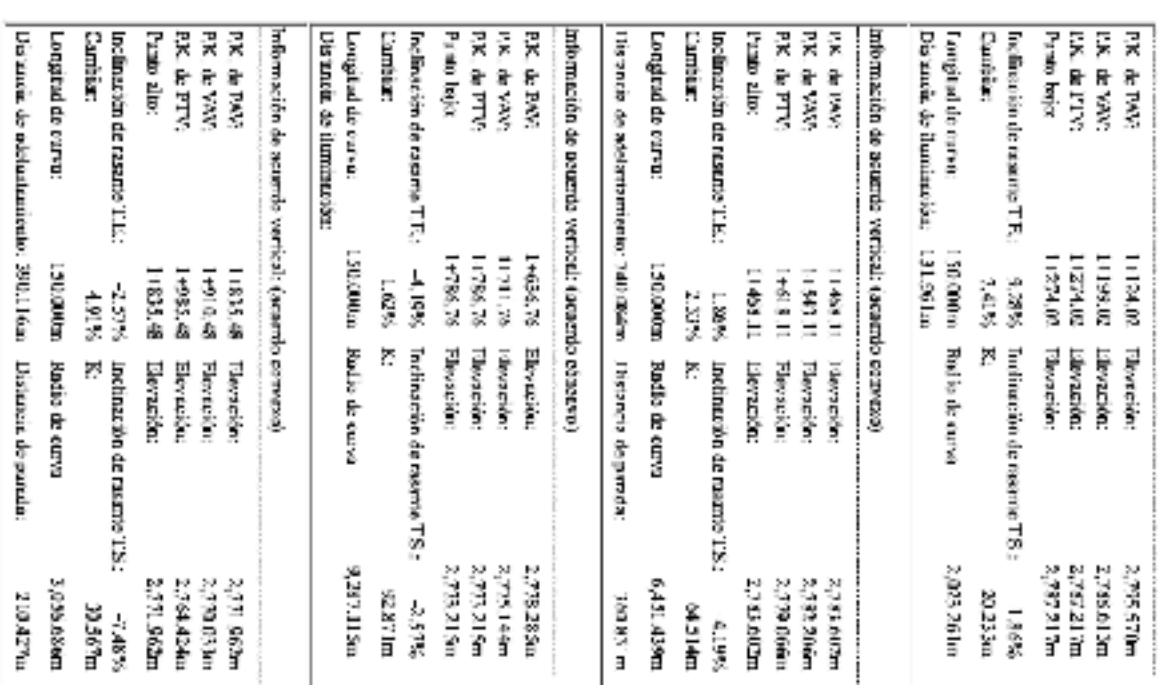
ING. DANIEL CARDENAS

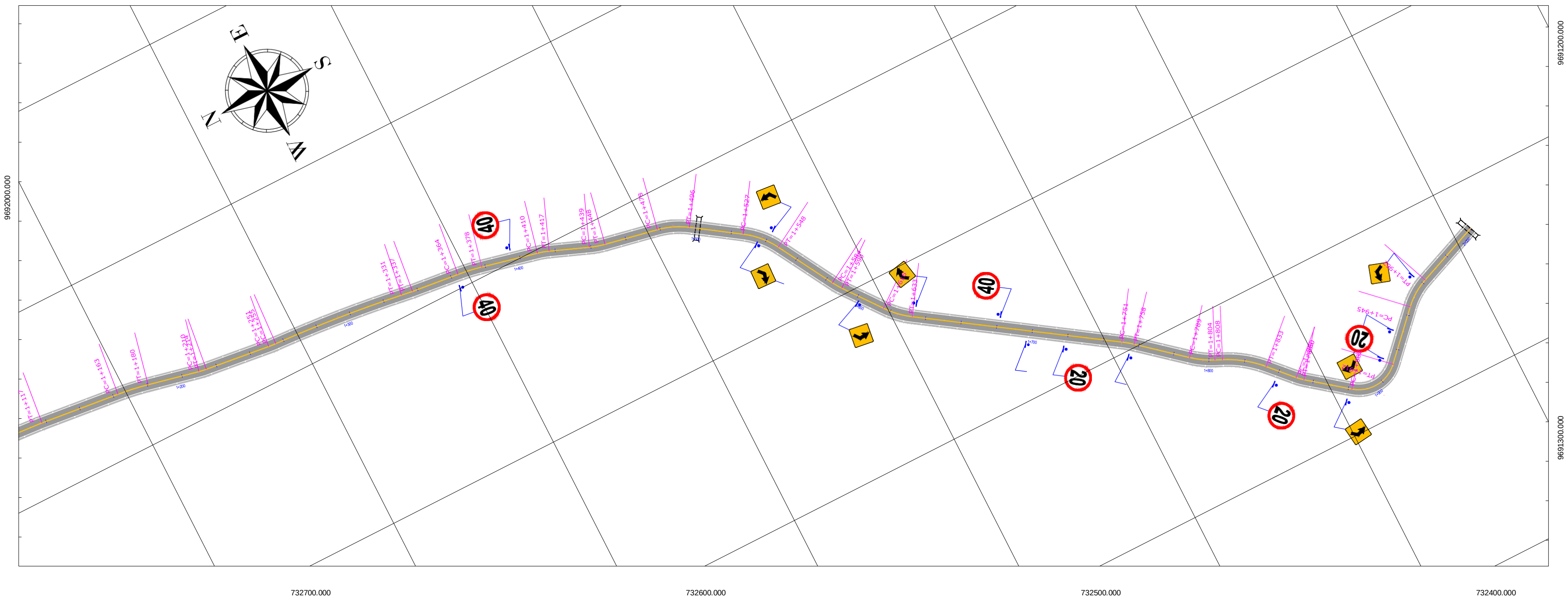
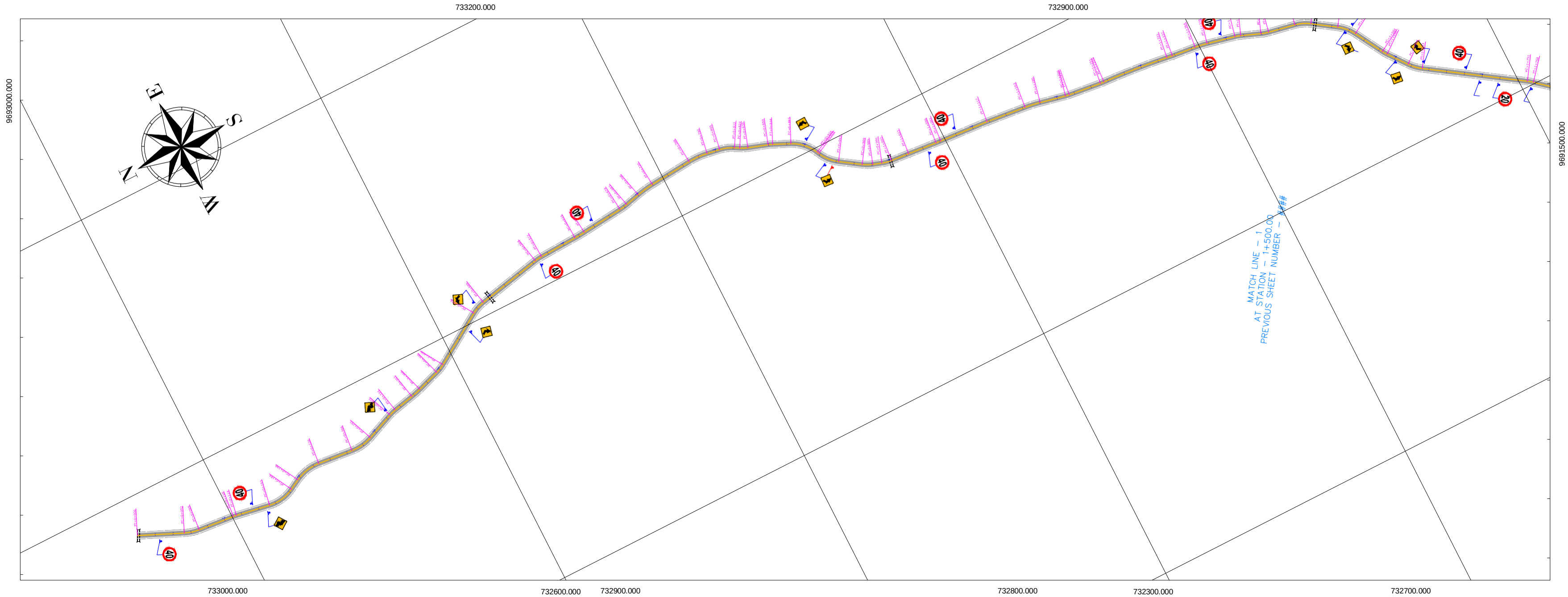
FECHA:

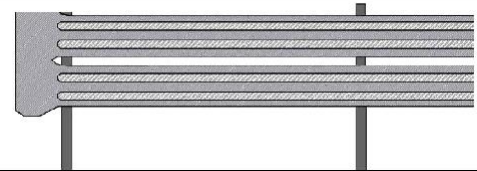
Diciembre 2024

LÁMINA:

1



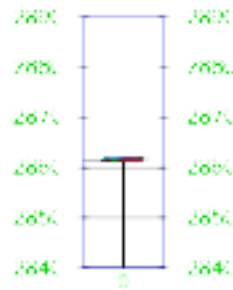


	PARE
	DOBLE VIA
	CURVA CERRADA IZQUIERDA
	CURVA CERRADA DERECHA
	CURVA Y CONTRA IZQUIERDA-DERECHA
	CURVA Y CONTRA DERECHA-IZQUIERDA
	VELOCIDAD MAXIMA
	VELOCIDAD MAXIMA
	PEATON EN LA ZONA
	ANCHO MAXIMO
	

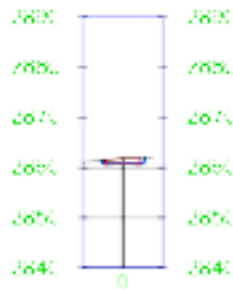
GUARDA VIAS DE ACERO
1+500 - 1+600
1+800 - 1+900

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SEÑALIZACIÓN	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA: 3

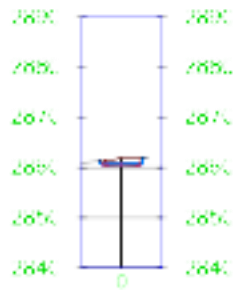
C+000.00



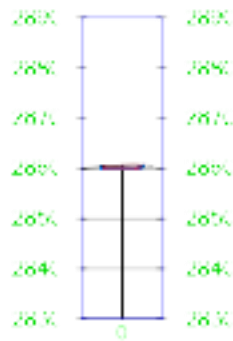
C+050.00



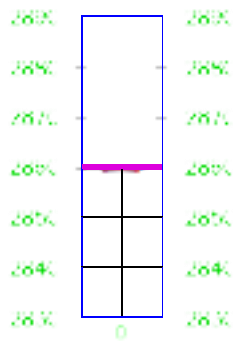
C+060.88



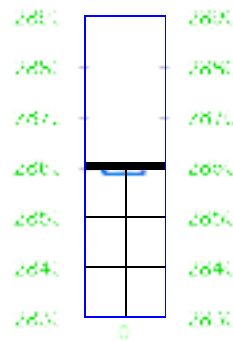
C+100.00



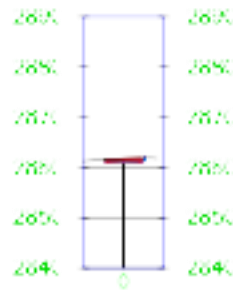
C+114.09



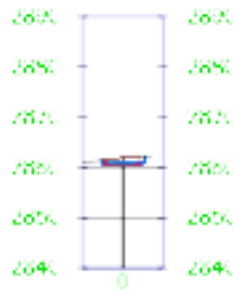
C+150.00



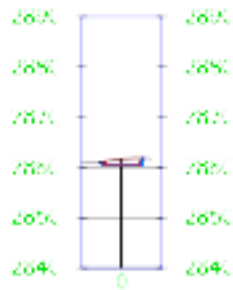
C+020.00



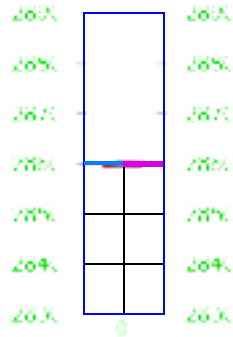
C+054.55



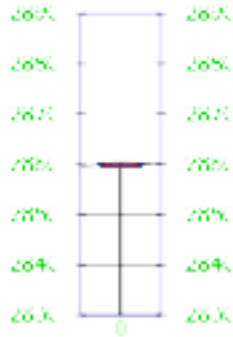
C+067.22



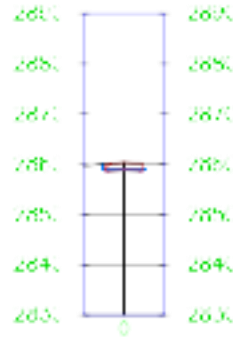
C+110.45



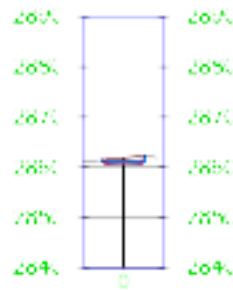
C+120.00



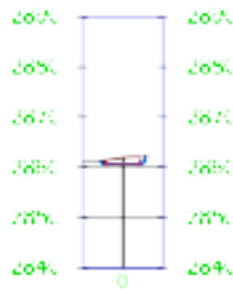
C+152.74



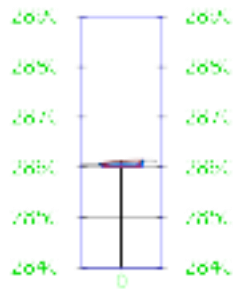
C+040.00



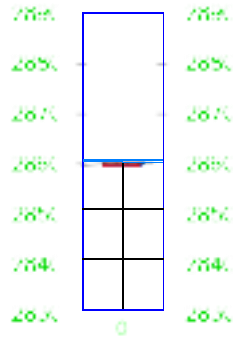
C+080.00



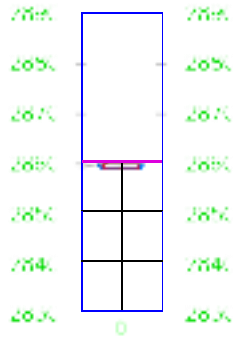
C+080.00



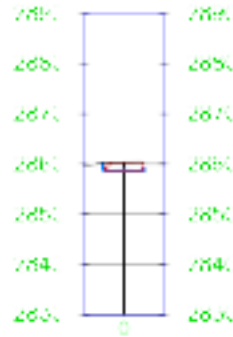
C+112.27



C+140.00



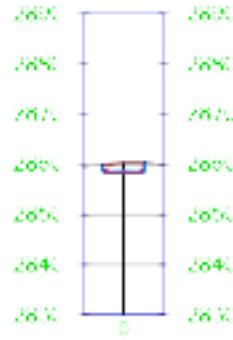
C+160.00



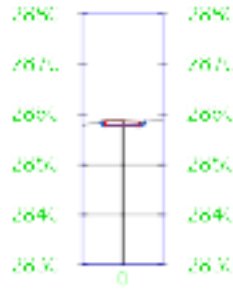
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA: 4

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

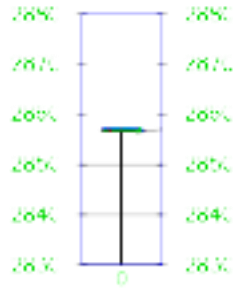
C+168.16



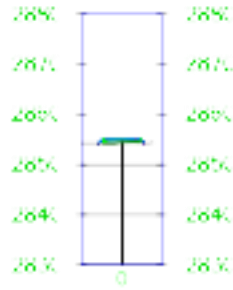
C+180.00



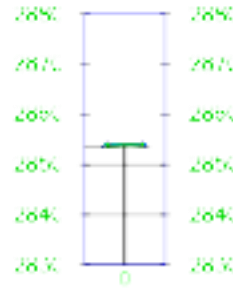
C+211.25



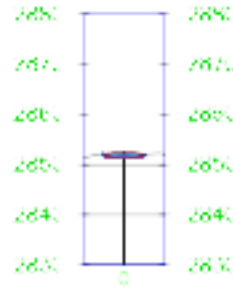
C+260.00



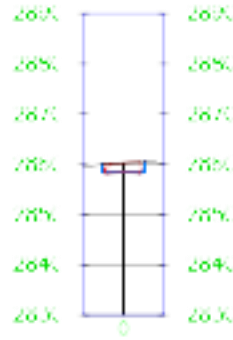
C+280.00



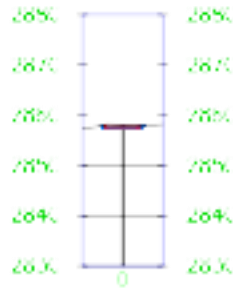
C+324.88



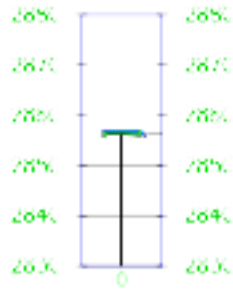
C+170.00



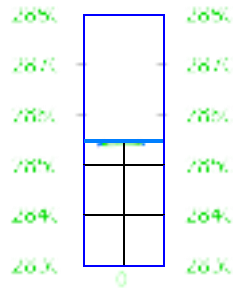
C+185.26



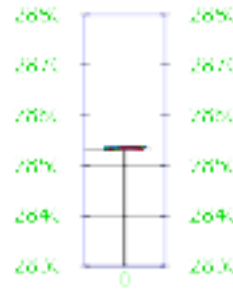
C+220.00



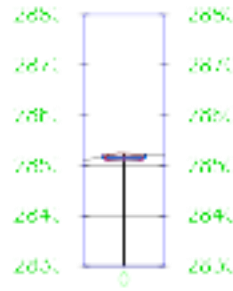
C+260.96



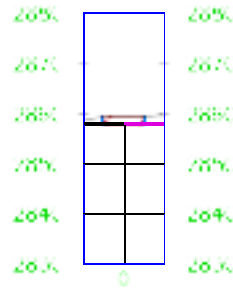
C+291.02



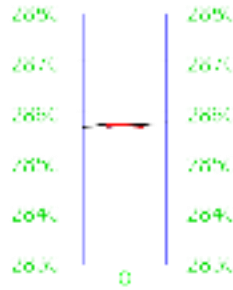
C+328.67



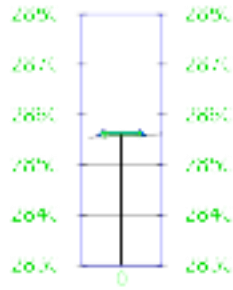
C+180.00



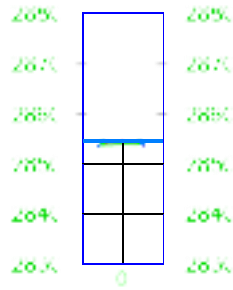
C+200.00



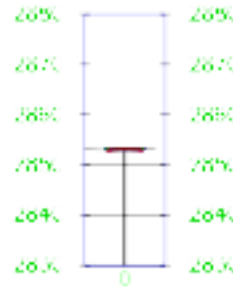
C+226.23



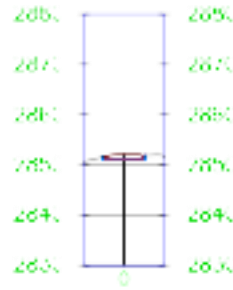
C+270.00



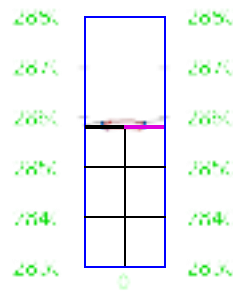
C+300.00



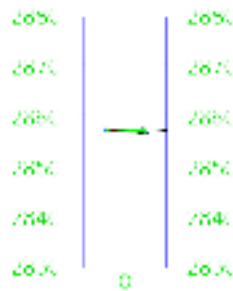
C+332.86



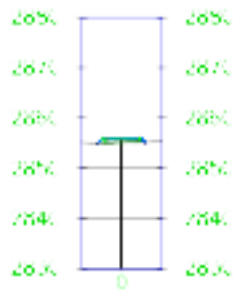
C+183.58



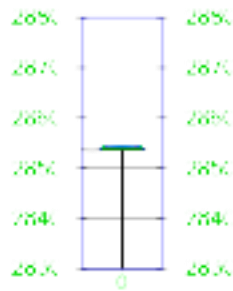
C+210.00



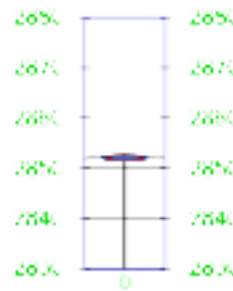
C+240.00



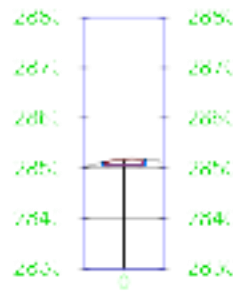
C+278.74



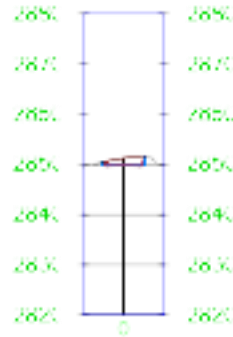
C+320.00



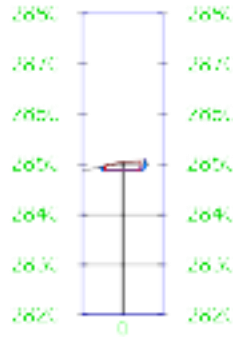
C+340.00



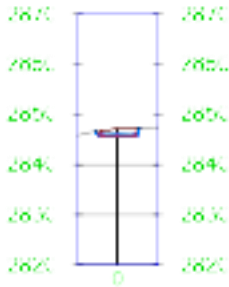
C+350.00



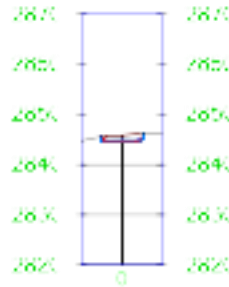
C+352.78



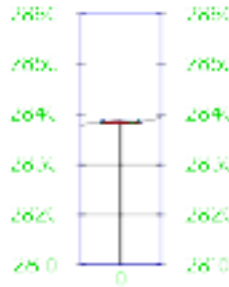
C+395.41



C+400.48



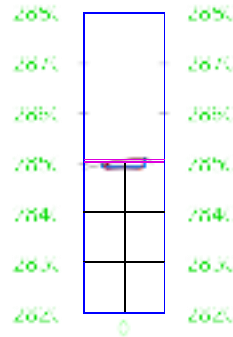
C+460.00



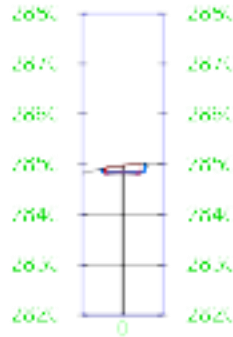
C+480.00



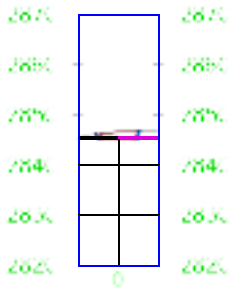
C+356.80



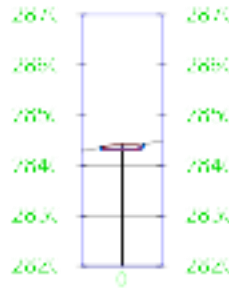
C+358.77



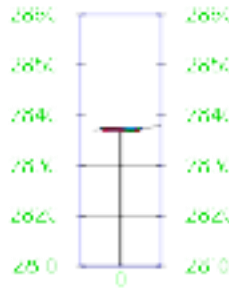
C+400.00



C+420.00



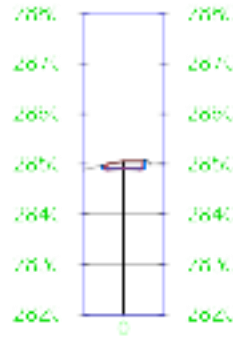
C+470.00



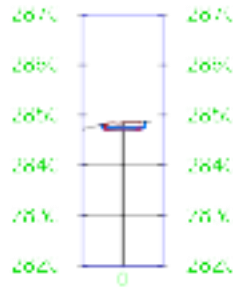
C+481.00



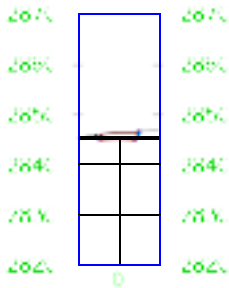
C+360.00



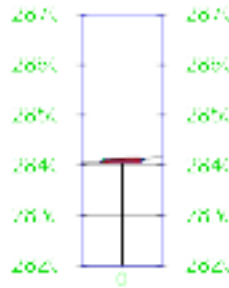
C+380.00



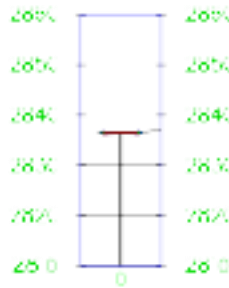
C+400.84



C+440.00



C+475.89

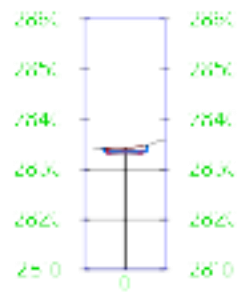


C+487.11

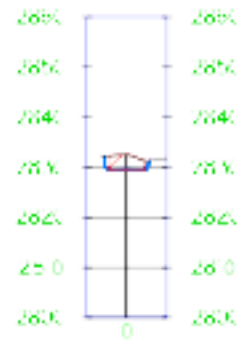


PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

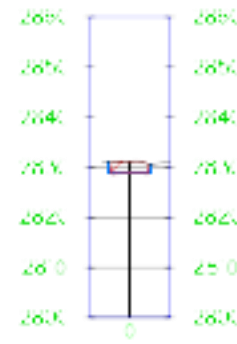
C+500.00



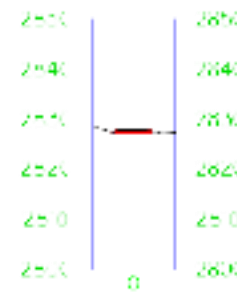
C+560.00



C+572.82



C+580.00



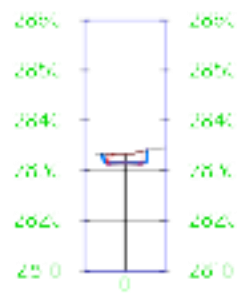
C+580.84



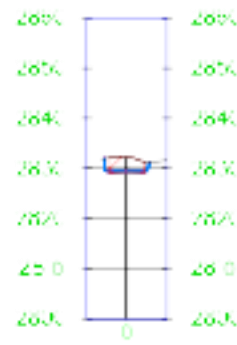
C+580.00



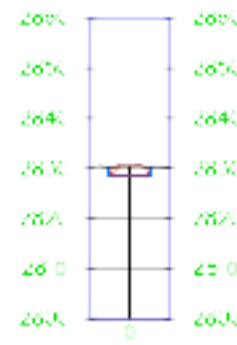
C+520.00



C+582.84



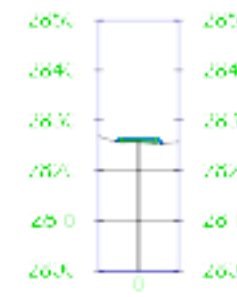
C+580.00



C+584.81



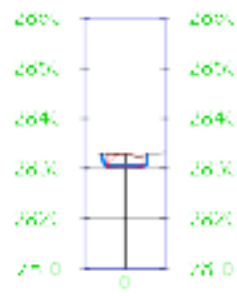
C+588.88



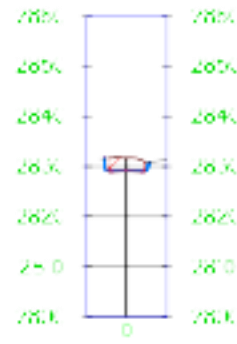
C+570.00



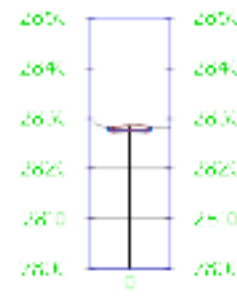
C+540.00



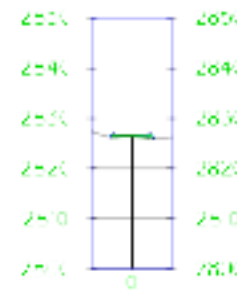
C+587.83



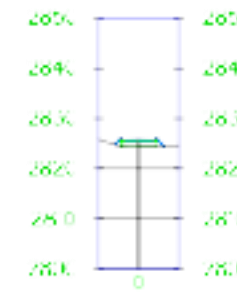
C+600.00



C+620.00



C+540.00



C+674.20



PROYECTO:
DISEÑO GEOMETRICO

UBICACION:
PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

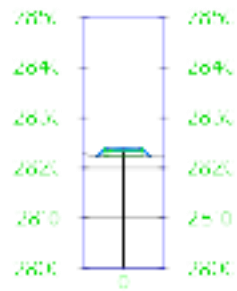
AUTOR:
JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO

RESPONSABLE:
ING. DANIEL CARDENAS

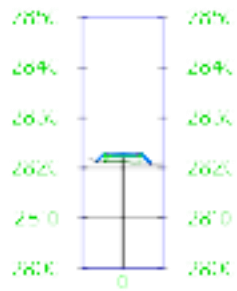
FECHA:
Diciembre 2024

LAMINA:

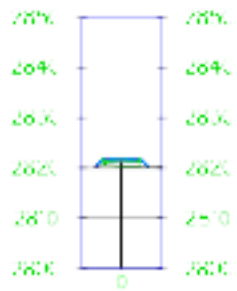
C+678.85



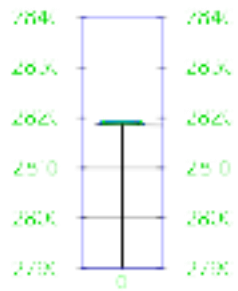
C+700.27



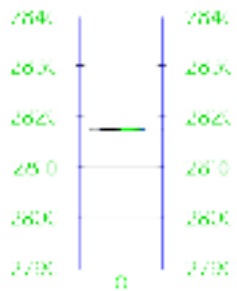
C+720.00



C+770.00



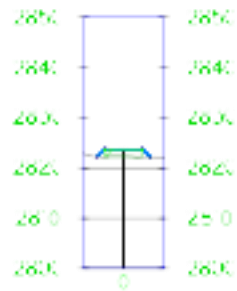
C+800.00



C+820.00



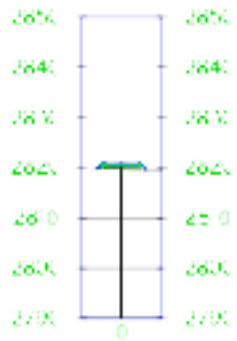
C+680.00



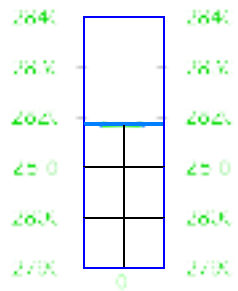
C+710.00



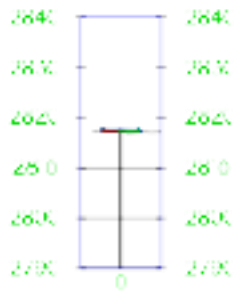
C+740.00



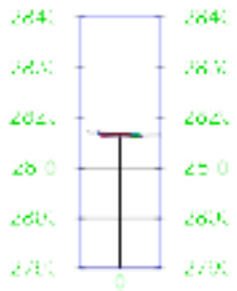
C+775.10



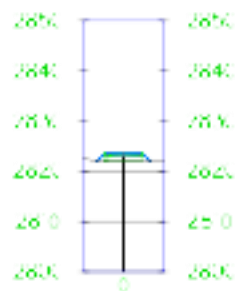
C+804.85



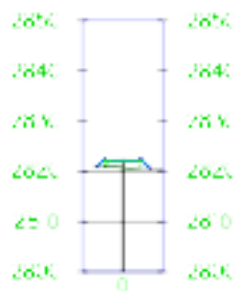
C+821.55



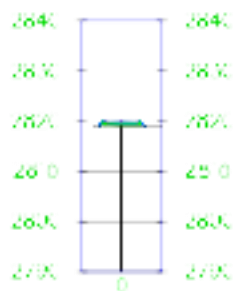
C+683.52



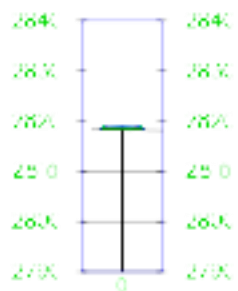
C+710.00



C+760.00



C+780.00



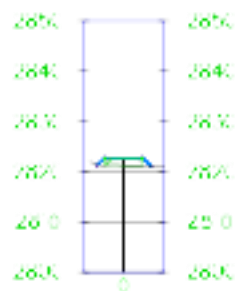
C+810.00



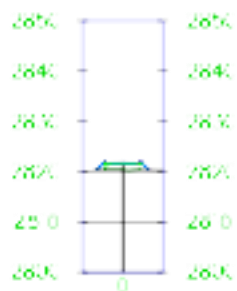
C+827.34



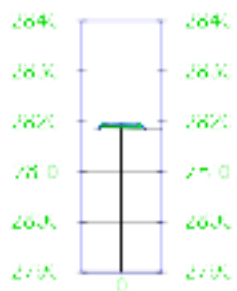
C+700.00



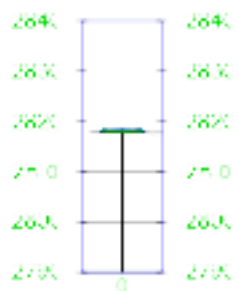
C+718.78



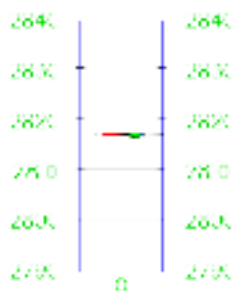
C+765.05



C+780.15



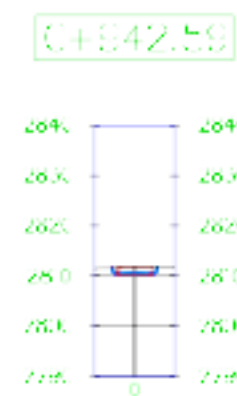
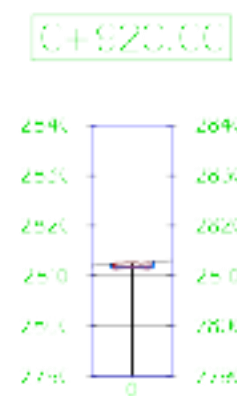
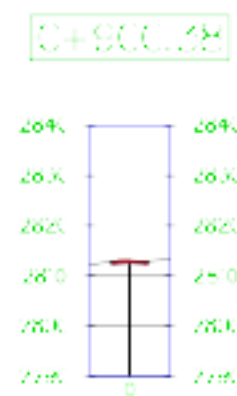
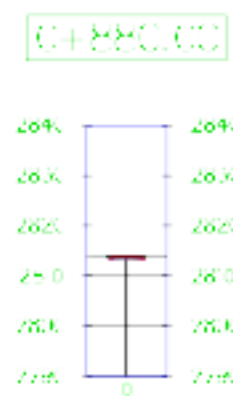
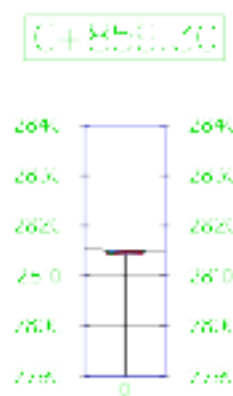
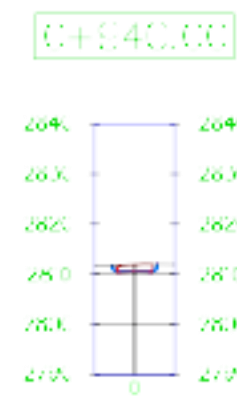
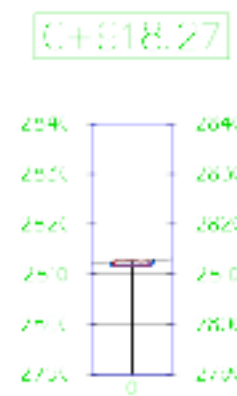
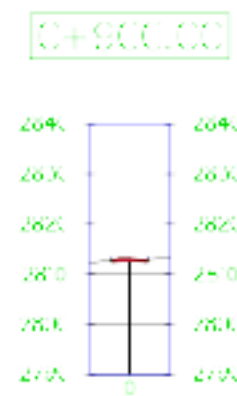
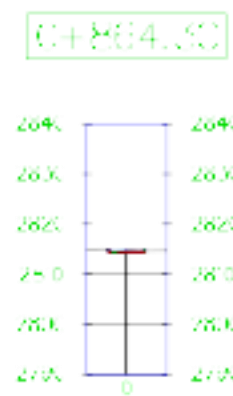
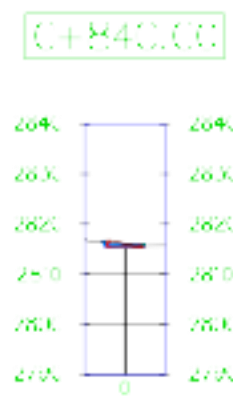
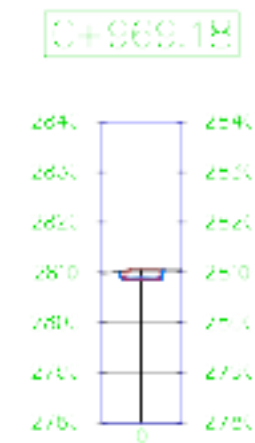
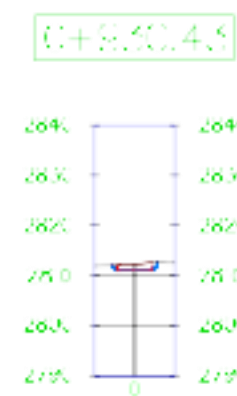
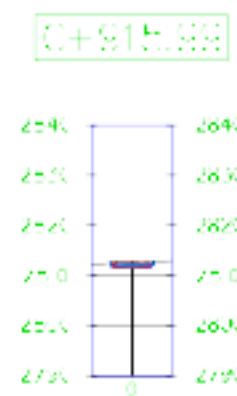
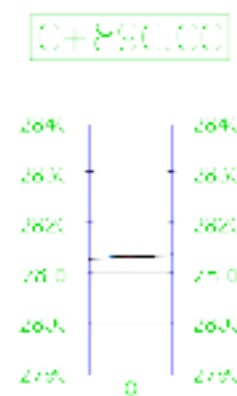
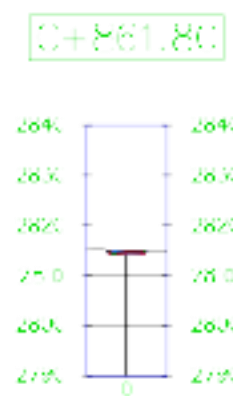
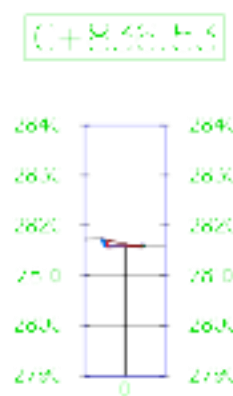
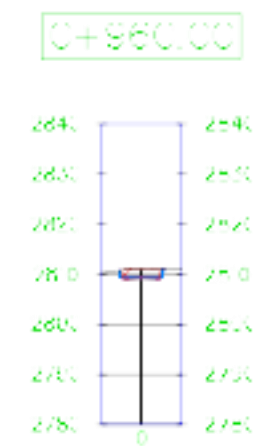
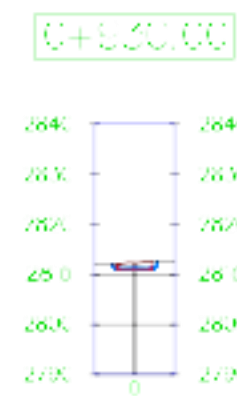
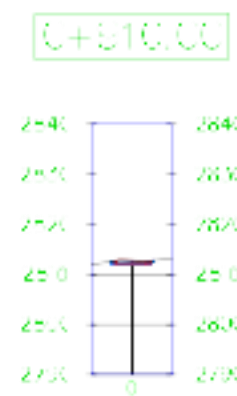
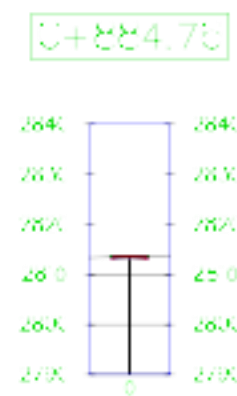
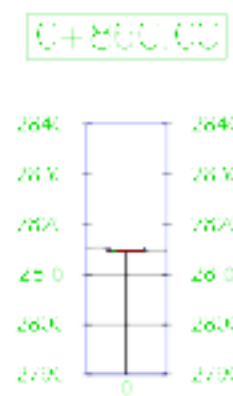
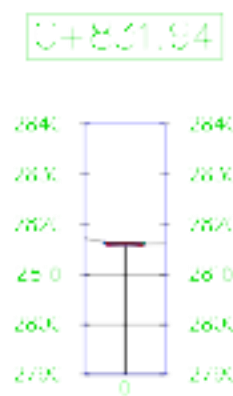
C+813.20



C+830.00



PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:



PROYECTO:	
DISEÑO GEOMETRICO	

UBICACION:
PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

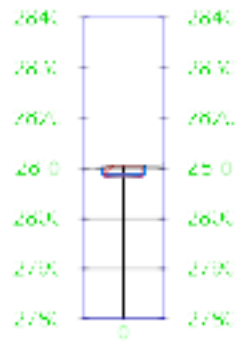
AUTOR:
JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO

RESPONSABLE:
ING. DANIEL CARDENAS

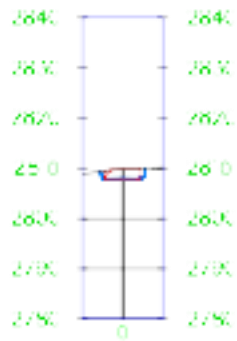
FECHA:	Diciembre 2024
--------	----------------

	LAMINA:
--	----------------

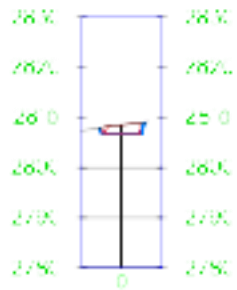
0+970.00



0+981.07



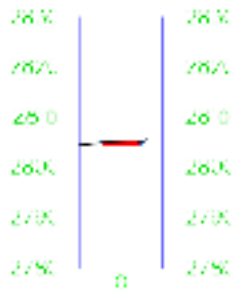
0+990.88



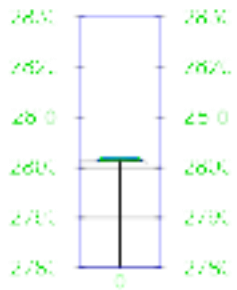
1+020.00



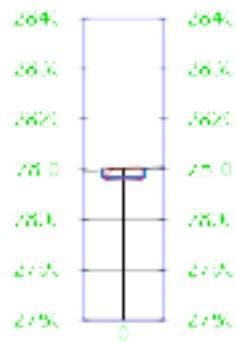
1+022.97



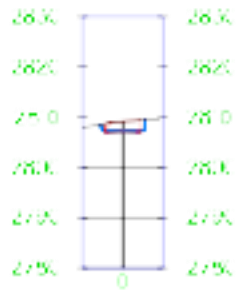
1+055.88



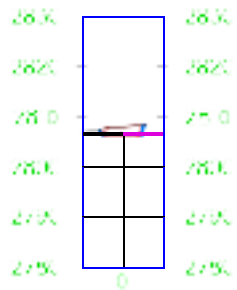
0+975.12



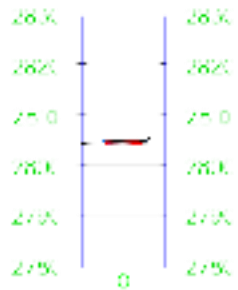
0+980.00



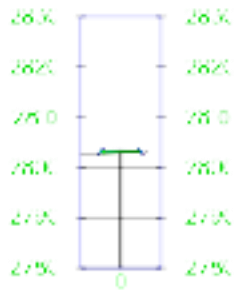
1+000.00



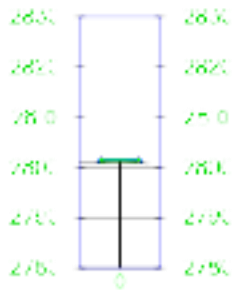
1+022.88



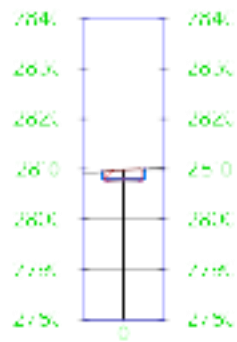
1+040.00



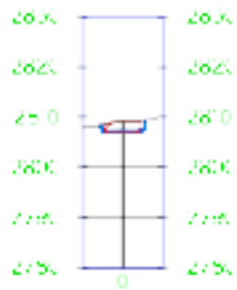
1+055.88



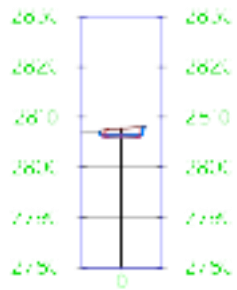
0+980.00



0+981.27



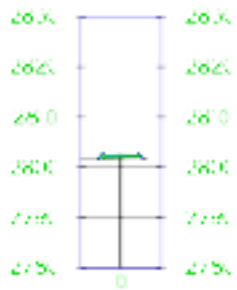
1+002.50



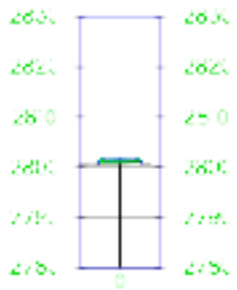
1+022.91



1+050.00



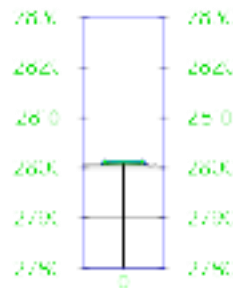
1+080.00



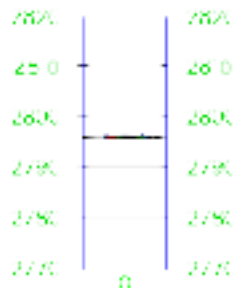
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

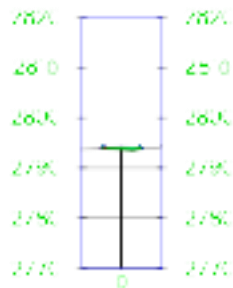
1+061.50



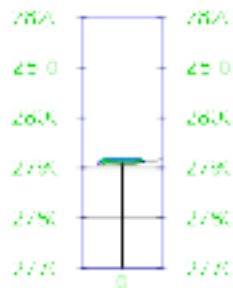
1+115.88



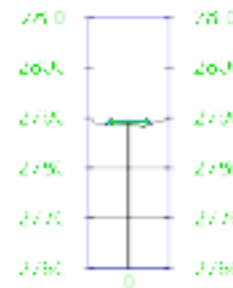
1+140.00



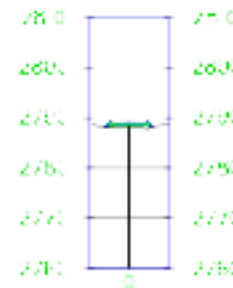
1+171.80



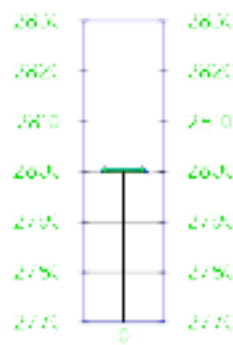
1+208.70



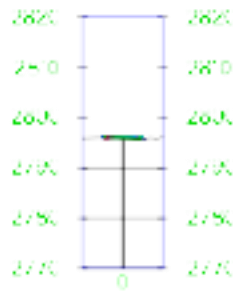
1+220.00



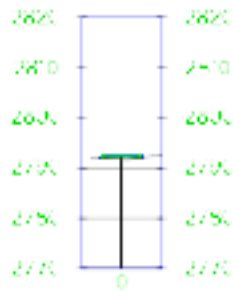
1+070.00



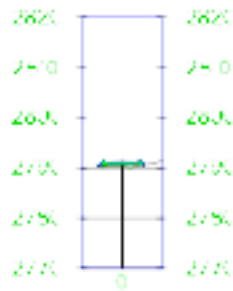
1+116.71



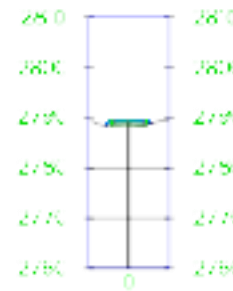
1+180.00



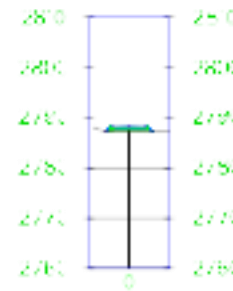
1+180.00



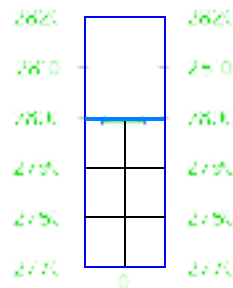
1+210.00



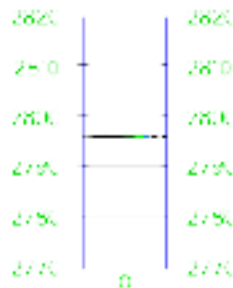
1+240.00



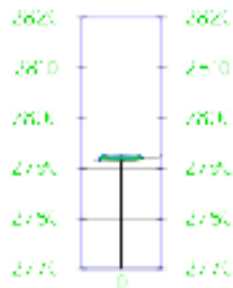
1+080.00



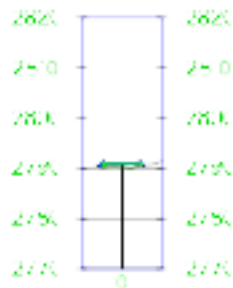
1+117.47



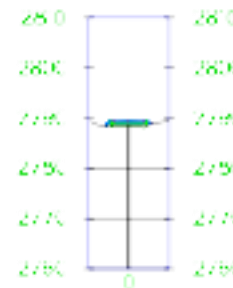
1+182.78



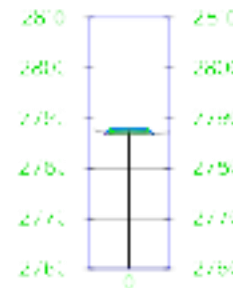
1+180.42



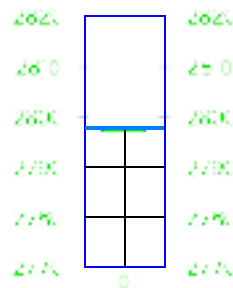
1+211.88



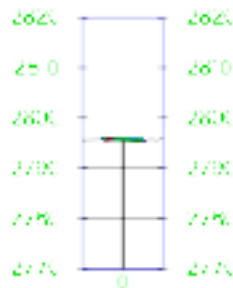
1+250.00



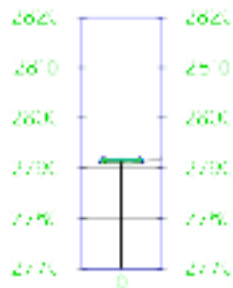
1+100.00



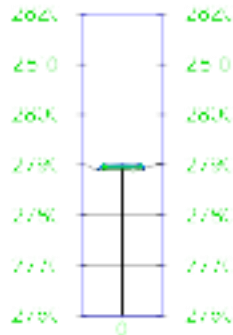
1+120.00



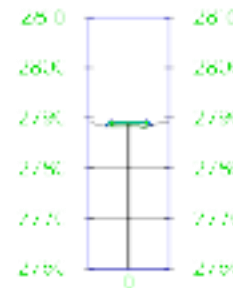
1+170.00



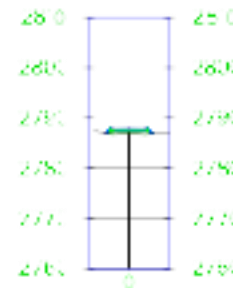
1+200.00



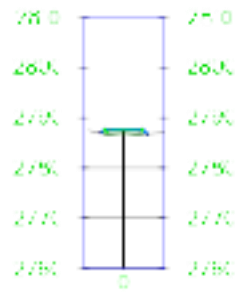
1+214.00



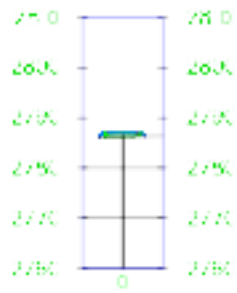
1+251.08



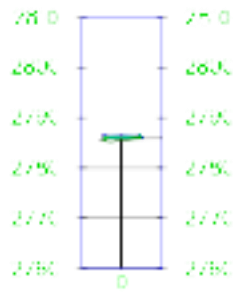
1+252.82



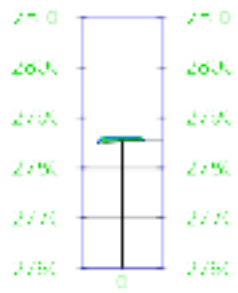
1+280.00



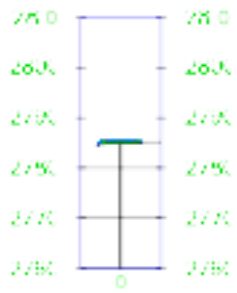
1+320.00



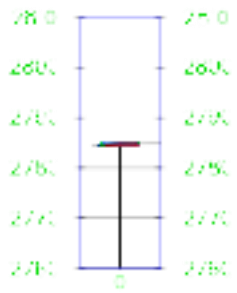
1+337.08



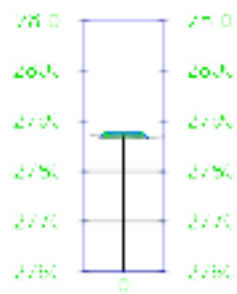
1+370.00



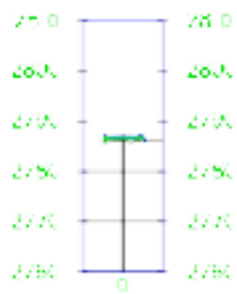
1+400.00



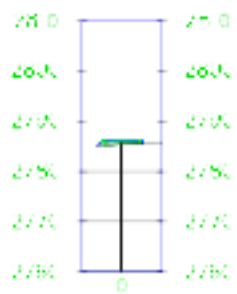
1+254.58



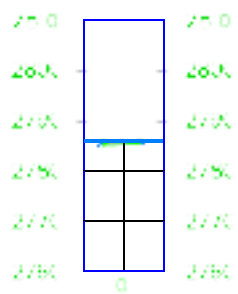
1+280.00



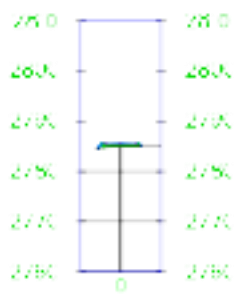
1+330.58



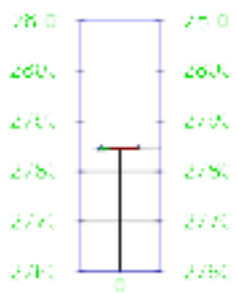
1+340.00



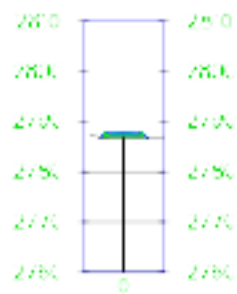
1+371.16



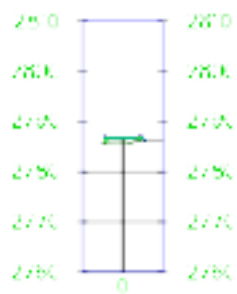
1+410.00



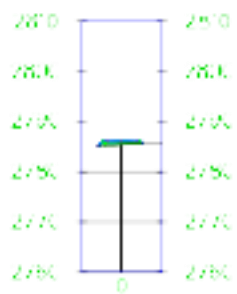
1+255.38



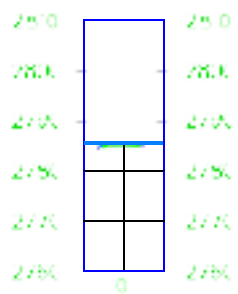
1+282.98



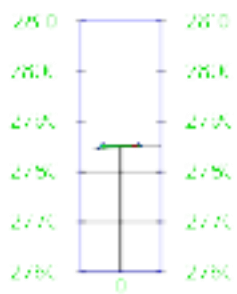
1+335.49



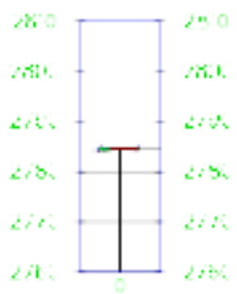
1+360.00



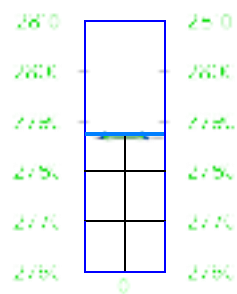
1+378.15



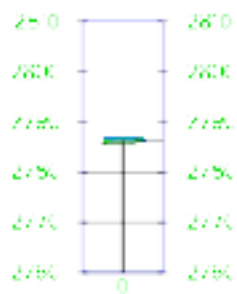
1+410.11



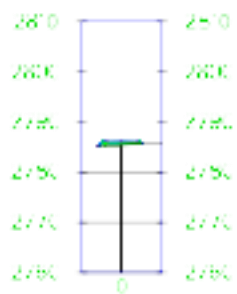
1+260.00



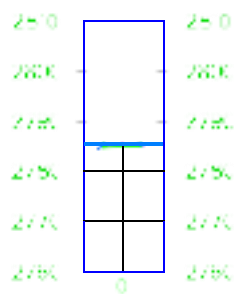
1+300.00



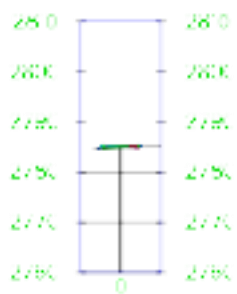
1+330.29



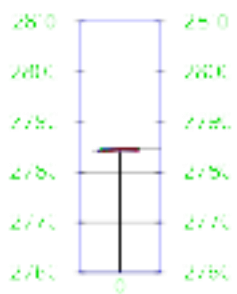
1+364.16



1+380.00



1+413.41



PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO

UBICACION:
PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

AUTOR:
JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO

RESPONSABLE:
ING. DANIEL CARDENAS

FECHA:
Diciembre 2024

LAMINA:

PROYECTO:
DISEÑO GEOMETRICO

UBICACION:
PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

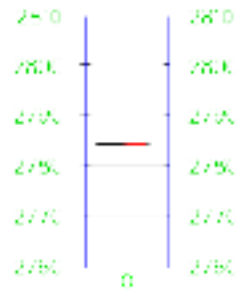
AUTOR:
JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO

RESPONSABLE:
ING. DANIEL CARDENAS

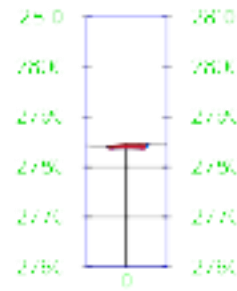
FECHA:
Diciembre 2024

LAMINA:

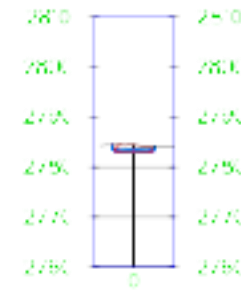
1+416.71



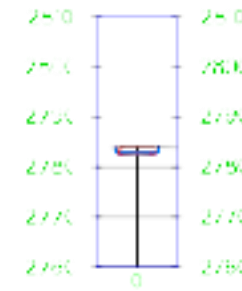
1+443.71



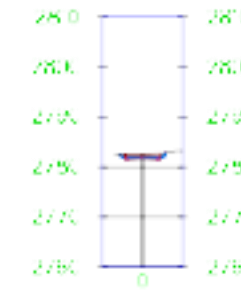
1+480.00



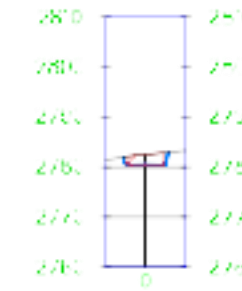
1+500.00



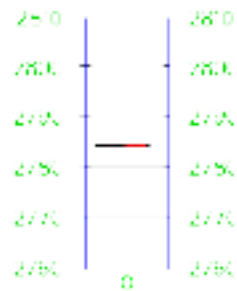
1+537.25



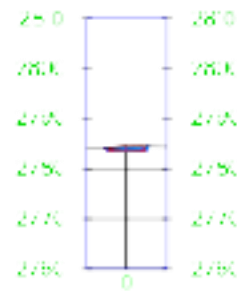
1+580.00



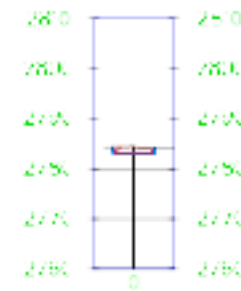
1+420.00



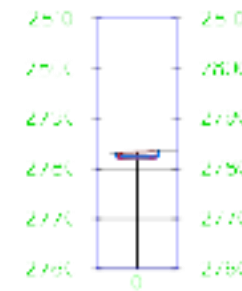
1+448.17



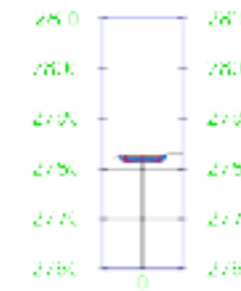
1+487.50



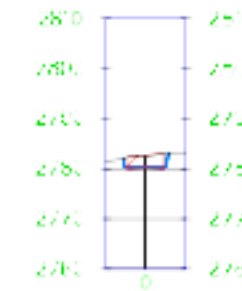
1+520.00



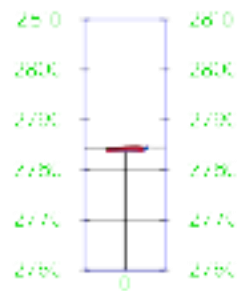
1+540.00



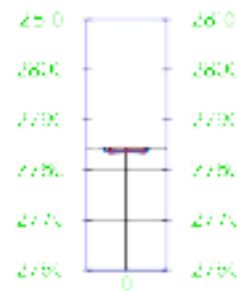
1+583.88



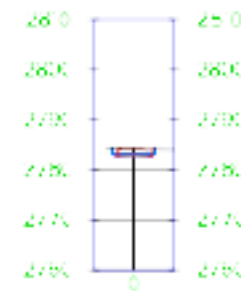
1+438.26



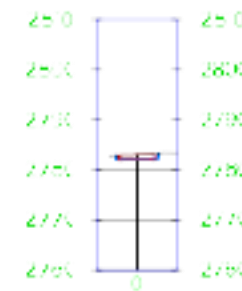
1+460.00



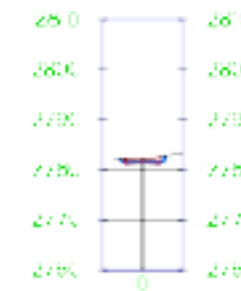
1+490.00



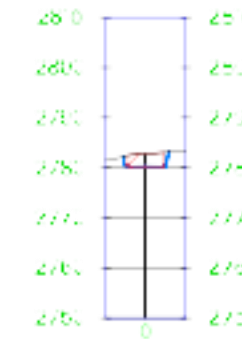
1+526.77



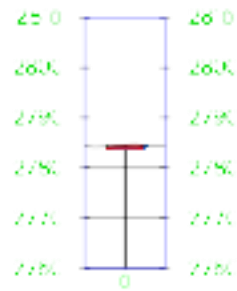
1+547.80



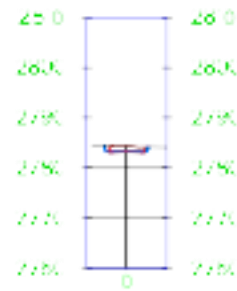
1+587.02



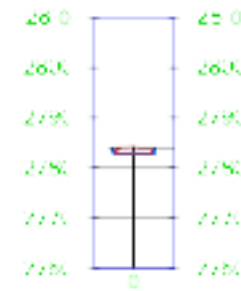
1+440.00



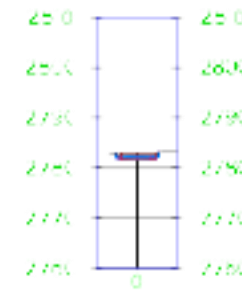
1+478.51



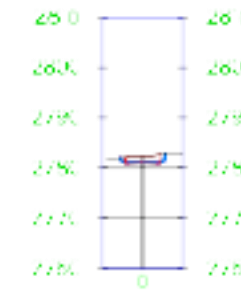
1+498.48



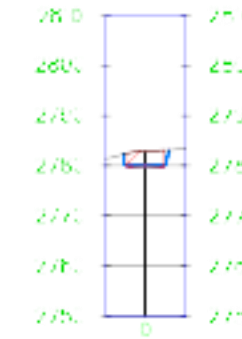
1+530.00



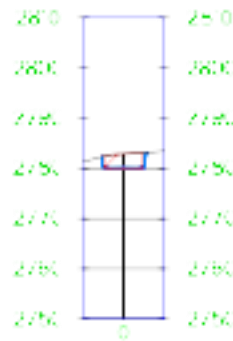
1+560.00



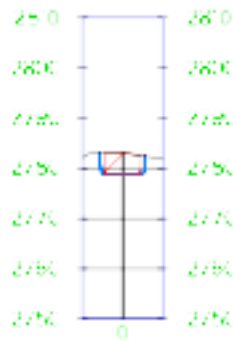
1+590.00



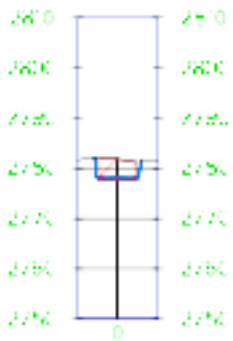
1+590.05



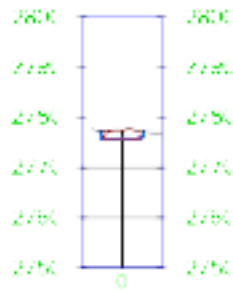
1+620.00



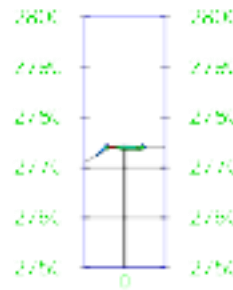
1+640.00



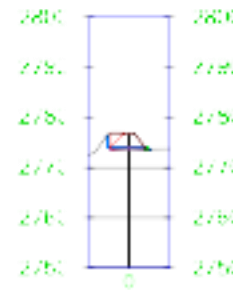
1+700.00



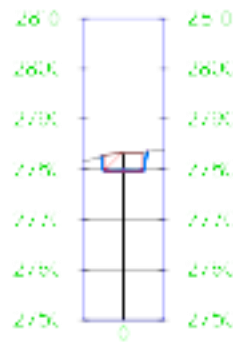
1+750.00



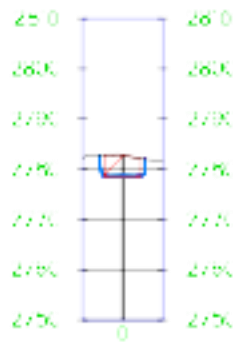
1+757.58



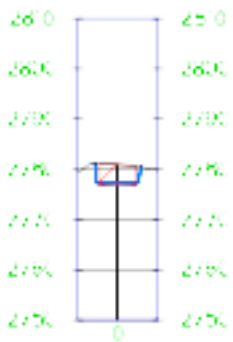
1+600.00



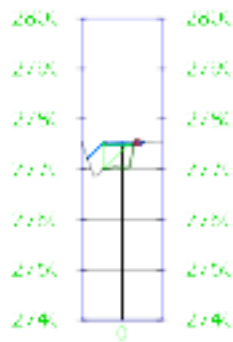
1+624.28



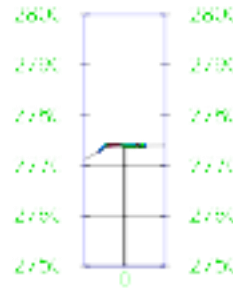
1+660.00



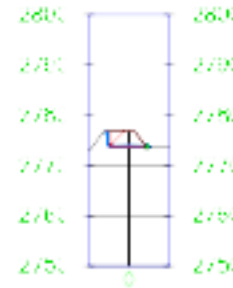
1+720.00



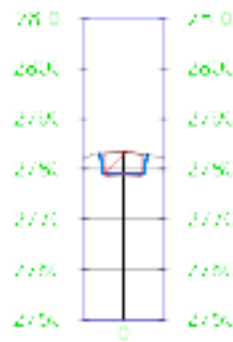
1+750.72



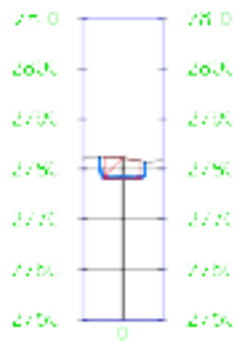
1+760.00



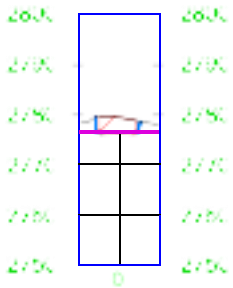
1+615.82



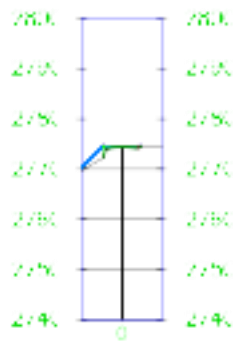
1+632.64



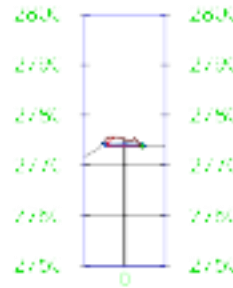
1+680.00



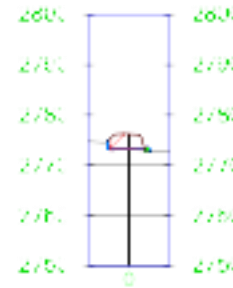
1+740.00



1+754.15



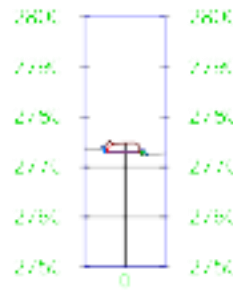
1+780.00



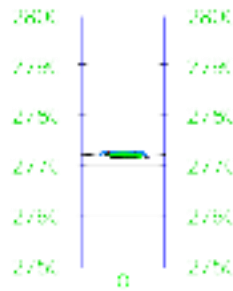
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

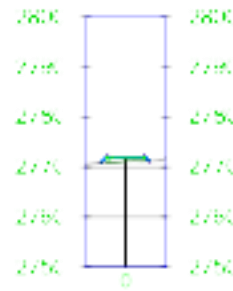
1+789.27



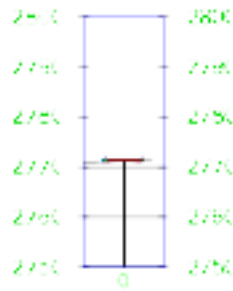
1+803.71



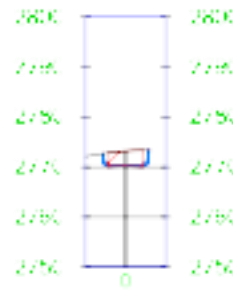
1+832.55



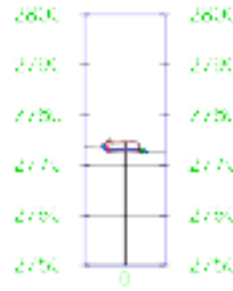
1+852.88



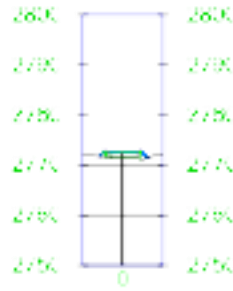
1+882.12



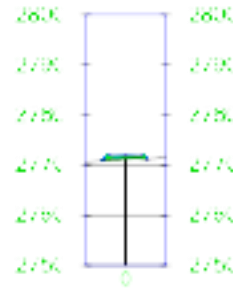
1+790.00



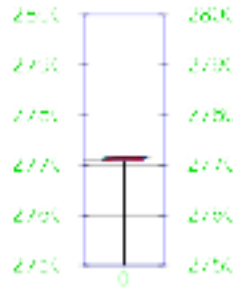
1+807.83



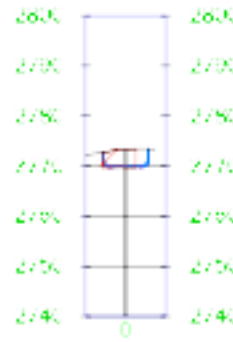
1+840.00



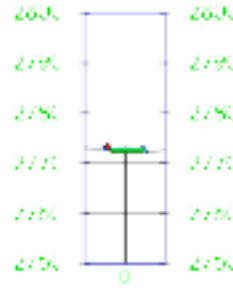
1+854.91



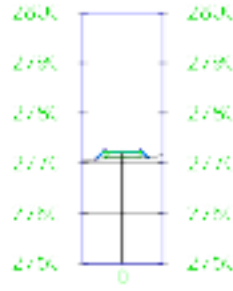
1+880.00



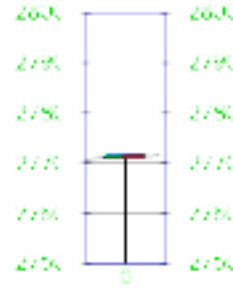
1+798.54



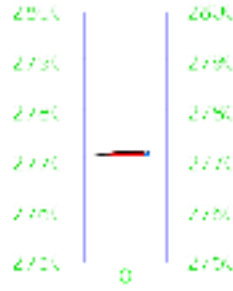
1+820.00



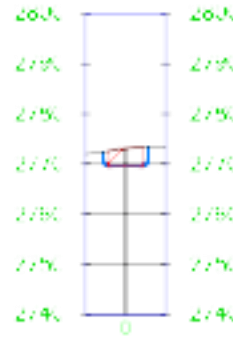
1+850.00



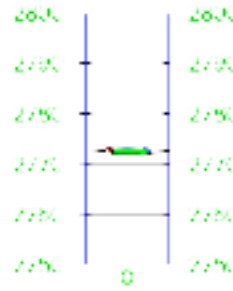
1+860.00



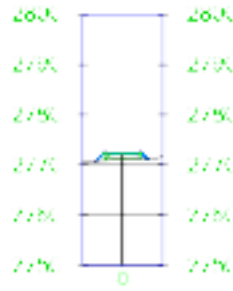
1+858.84



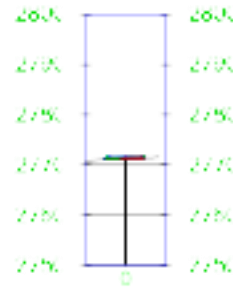
1+800.00



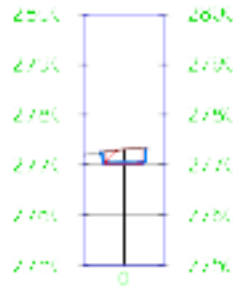
1+820.19



1+850.41

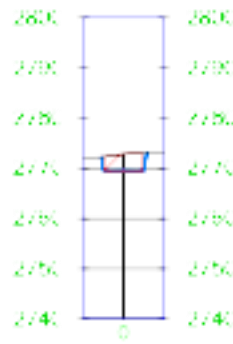


1+880.00

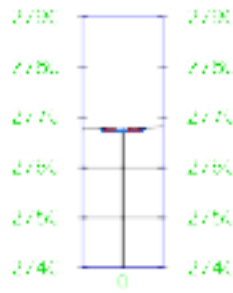


PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO	
UBICACION: PARROQUIA COJITAMBO - CANTON AZOGUES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	
AUTOR: JUSTIN SEBASTIAN ABRIL ROMERO	
RESPONSABLE: ING. DANIEL CARDENAS	
FECHA: Diciembre 2024	LAMINA:

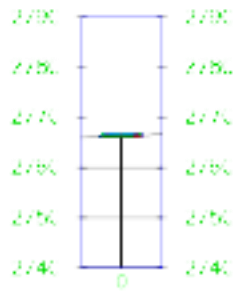
1+900.00



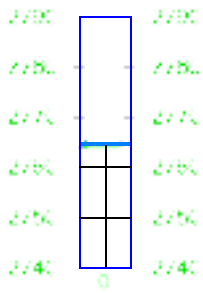
1+940.00



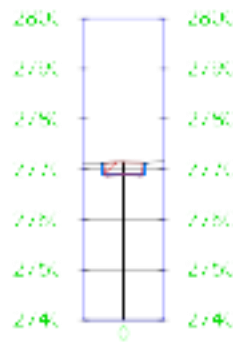
1+953.58



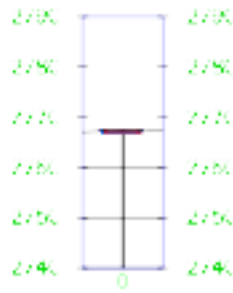
1+980.00



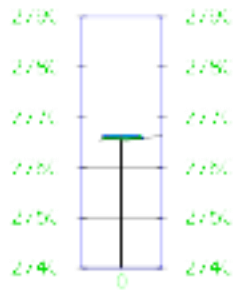
1+911.50



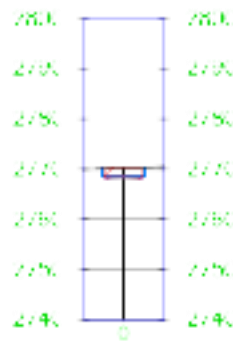
1+940.01



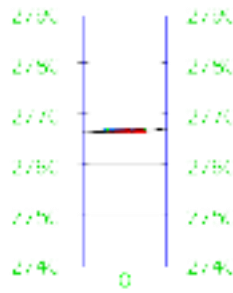
1+960.00



1+920.00



1+950.00



1+962.16

