

Facultad de Tecnología de la Construcción

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
ARTICULADO DE 2.0
KILÓMETROS DEL TRAMO
COMUNIDAD MONTE CRISTO-
PIZOTALES, MUNICIPIO DE SAN
SEBASTIÁN DE YALÍ,
DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”.**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Aricel Maryini
Quintero Mendoza.

Carnet: 2018-0114N

Br. Irela Faviola
Dávila Aguilar.

Carnet: 2018-0006N

Br. Olga Marcela
Aráuz Soza.

Carnet: 2018-0087N

Tutor:

Dr. Ing. Sergio
Junior Navarro
Hudiel.

08 de diciembre del 2023

Managua, Nicaragua

Estelí, 08 de diciembre 2023

MSc. Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez

Decano Facultad de Tecnología de la Construcción
Universidad Nacional de Ingeniería – UNÍ
Recinto Universitario Augusto C. Sandino
Su Despacho

Estimado Decano, reciba un cordial saludo.

Por razones de fuerza mayor no se nos fue posible entregar la tesis monográfica en el tiempo designado por la Facultad.

Cabe indicar que, por complicaciones de salud a una de nuestras integrantes, el trabajo monográfico titulado **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 2.0 KILÓMETROS DEL TRAMO COMUNIDAD MONTE CRISTO–PIZOTALES, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”** no fue entregado en tiempo y forma. Por lo antes descrito solicito su autorización para que sea entregada tardíamente en culminación de estudio y continuar nuestro proceso de graduación.

Sin más a que hacer referencia, le saludo.

Atentamente,

Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza.
aricelquintero10@gmail.com
Cel: 8645-8229

Br. Irela Faviola Dávila Aguilar
aguilarirela18@gmail.com
Cel: 5794-1718

Br. Olga Marcela Aráuz Soza
marcelaarauz43@gmail.com
Cel: 8667-9713

Estelí, 08 de diciembre 2023

MSc. Ing. Miguel Antonio Fonseca Chávez

Decano Facultad de Tecnología de la Construcción
Universidad Nacional de Ingeniería – UNÍ
Recinto Universitario Augusto C. Sandino
Su Despacho

Estimado Decano, reciba un cordial saludo, deseando éxitos en sus labores.

Sirva la presente para informarle que los bachilleres: Aricel Maryini Quintero Mendoza, Irela Faviola Dávila Aguilar, Olga Marcela Aráuz Soza han desarrollado bajo mi tutoría su trabajo monográfico titulado: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 2.0 KILÓMETROS DEL TRAMO COMUNIDAD MONTE CRISTO–PIZOTALES, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”** como requisito para optar al título como Ingeniero Civil.

Habiendo realizado una revisión del documento final acordé observaciones de predefensa, verificando el cumplimiento de los objetivos planteados, considero reúne los requisitos necesarios para someterse el proceso de defensa final a corte los requisitos establecidos por nuestra facultad.

Sin más a que hacer referencia Atentamente,

Dr. Sergio Junior Navarro Hudiel.
Tutor Acreditado
Docente titular FTC
Departamento de Vías de Transporte
Correo: Sergio.Navarro@norte.uni.edu.ni Teléfono: 76648735

CARTA DE APROBACIÓN DECANO

Estelí, 08 de diciembre 2023

Msc.Ing Miguel Antonio Fonseca Chávez
Decano de la Facultad de Tecnología de la Construcción
Universidad Nacional de Ingeniería
Reciento Universitario Augusto C. Sandino.
Su Despacho

Estimado Decano:

Hacemos la entrega formal de la Tesis Monográfica que tiene como Título:
**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO
DE 2.0 KILÓMETROS DEL TRAMO COMUNIDAD MONTE CRISTO–
PIZOTALES, MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE
JINOTEGA”**. para que sea sometido al proceso de defensa final.

Atentamente:

Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza.
aricelquintero10@gmail.com
Cel: 8645-8229

Br. Irela Faviola Dávila Aguilar
aguilarirela18@gmail.com
Cel: 5794-1718

Br. Olga Marcela Aráuz Soza
marcelaarauz43@gmail.com
Cel: 8667-9713

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, primeramente, a Dios por darme toda la sabiduría y haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional, a mi padre, a mi madre y a mi hermana que han estado conmigo desde el primer día de mi vida y de mi trayecto estudiantil inculcándome valores y ese apoyo incondicional.

Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme las fuerzas necesarias para culminar esta meta.

A mi madre, por todo su amor, apoyo incondicional en todos los aspectos y por motivarme a seguir hacia adelante.

También a mi papá y a mi tío que es como un padre, por brindarme su apoyo tanto emocional como económico.

Br. Irela Faviola Dávila Aguilar

A Dios, por ser el motor de mi vida y darme la sabiduría e inteligencia para cumplir este sueño.

A mis padres, Marcelo Aráuz y Olga Soza, por su amor y por ayudarme a construir mis sueños, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, todo ello de una manera desinteresada.

A mí compañero de vida, Samuel Somoza, su amor genuino y apoyo constante a lo largo de estos años ha sido fundamental, ha estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, motivándome y creyendo en mí siempre.

Br. Marcela Aráuz Soza

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios de todo corazón por haberme dado las fortalezas necesarias para seguir adelante y lograr culminar esta etapa de mi vida, también agradezco a mi padre y a mi madre por la confianza, el apoyo y la paciencia con la cual han estado en mis triunfos, así como también ayudándome a corregir mis errores y a mi hermana por estar presente en cada momento, brindándome su apoyo para afrontar cada reto presentado a lo largo de mi vida.

Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza

a Dios y a mi madre que siempre me han brindado su apoyo para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

Br. Irela Faviola Dávila Aguilar

a Dios por el regalo de la vida, por darme la fortaleza para cumplir este sueño, a pesar de los tropiezos y las trabas del camino. Por bendecirme con una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo y confiar en las promesas de Dios.

Br. Marcela Aráuz Soza

Agradecemos al Dr. Sergio J. Navarro Hudiel, por toda la disposición brindada en cada proceso de este proyecto, siendo fundamental en nuestra formación.

A la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUACS), por permitirnos lograr dar un paso más al éxito, por convertirnos en profesionales competitivas, llenas de conocimientos y expectativas. También agradecemos a todas las personas que estuvieron siempre dispuestas ayudando directa e indirectamente en este proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo investigativo tuvo como objetivo realizar una propuesta de diseño geométrico y la estructura de pavimento articulado de 2.0 kilómetros de longitud, ubicado en el departamento de Jinotega- Municipio de San Sebastián de Yalí, aplicando la metodología de la AASHTO-93.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

Este capítulo aborda las generalidades del proyecto como ubicación, una breve introducción, antecedentes, justificación sobre la importancia del diseño de 2.0 kilómetros de pavimento articulado y objetivos planteados necesarios para lograr con éxito su diseño final.

CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El contenido de este capítulo comprende la realización del levantamiento topográfico, que nos permitió detallar la planimetría y altimetría del terreno, donde se identificaron las pendientes máximas y mínimas, establecimiento de los BMs, curvas y rectas importantes a lo largo del tramo, con la finalidad de tener una perspectiva clara de las condiciones del terreno y poder realizar los planos finales.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO

En este capítulo se realizó un aforo vehicular en la estación 0+000 (inicio del proyecto) donde se contó el 100% de los vehículos que circulan por el tramo, luego se estimó TPDiS (Tráfico Promedio Diurno Semanal), el cual, se calculó por medio de los datos recolectados en el conteo vehicular, realizado durante 7 días consecutivos 12 horas diurnas (6 am-6 pm), con el objetivo de estimar el TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual). Empleando la metodología del anuario de aforos del MTI, se seleccionó la estación de corta duración (Estación ECD-112 Emp-Shell Yalagüina- Somoto), los factores utilizados fueron: FD (factor día) y FE (Factor expansión).

Luego se calculó una tasa de crecimiento para la proyección del tránsito utilizando los registros históricos de la estación seleccionada (ECD-112) los registros del PIB (Producto Interno Bruto), POB (Población) y COMB (consumo de combustible) para finalmente estimar el número de repeticiones por eje equivalente (ESAL s) o W18.

CAPÍTULO IV: ESTUDIO GEOTÉCNICO

Aquí se presenta la información detallada sobre el estudio de suelo, realizado por el laboratorio **IDISA** (INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES. S.A), donde se analizaron las propiedades físico-mecánicas de los sondeos realizados sobre la plataforma vial (11), a cada doscientos (200) metros, alternados uno del otro, hasta una profundidad de 1.50 metros. Posterior se realizó el cálculo del CBR de en base a las muestras tomadas de la subrasante, utilizando los espesores de cortes y rellenos que genero el software Civil 3D 2022.

Los bancos de préstamos existentes fueron evaluados según las especificaciones de la Nic-2019, para su posible uso como material base granular, subbase y subrasante, que soportarán las cargas a las que serán sometidas. Los bancos que no cumplieron que dichas especificaciones se estabilizaron con cemento Portland.

CAPÍTULO V: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO

Para el diseño de los espesores del paquete estructural, se tomó en cuenta el CBR de la subrasante, así como las repeticiones de ejes equivalente ESAL, módulos resilientes de los bancos propuesto base-subbase y parámetros de diseño que incorpora el método de la AASHTO-93 como: Confiabilidad (**R**), Desviación Estándar (**So**), Capacidad de servicio Inicial (**Po**), Capacidad de servicio final (**Pt**), Pérdida de serviciabilidad (Δpsi), Coeficiente de drenaje (**mi**), Coeficientes de capa (**an**), y Números estructurales (SN_1 , SN_2 , SN_3).

Finalmente se realizó la comprobación de los resultados obtenidos empleando y el software WinPAS 12 Versión 1.0.0.

CAPÍTULO VI: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

El contenido de este capítulo se ha desarrollado en base a las recomendaciones del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA-2011). En general comprende el diseño, trazado, alineamiento horizontal, alineamiento vertical y diseño transversal de una vía Local Rural, en base a una velocidad de diseño.

CAPÍTULO VII: SEÑALIZACIÓN VIAL

Bajo este título se analizaron las condiciones y ubicación de los dispositivos de control del tránsito para la propuesta de señalización y demarcación, así como otras mejoras para la seguridad vial. En este apartado del trabajo, se tomaron en consideración las necesidades del tramo para proponer de manera profesional un sistema de señalización vertical y horizontal, para el tramo de carretera Comunidad Monte Cristo – Pizotales, cumpliendo con las especificaciones técnicas del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes (SIECA-2014).

Finalmente se presentan de acuerdo con los resultados obtenidos de toda la investigación las conclusiones y recomendaciones.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	1
1.1.1 Localización del proyecto	2
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
 CAPÍTULO II: ESTUDIO TOPOGRÁFICO	
2.1 Generalidades.....	7
2.2 Metodología	7
2.3 Levantamiento topográfico	7
2.4 Localización del proyecto	8
2.5 Sistema de coordenadas.....	8
2.6 Procesamiento de datos.....	9
2.6.1 Puntos topográficos	9
2.7 Alineamiento horizontal	10
2.8 Altimetría	10
2.9 Curvas de nivel	12
2.10 Sección transversal actual	13
2.11 El Derecho de vía y otras obras	13
2.12 Establecimiento de BMs.....	13
 CAPÍTULO III: ESTUDIO DE TRÁNSITO	
3.1 Generalidades.....	15
3.2 Recopilación de datos	15
3.2.1 Tipos de vehículos	16
3.2.2 Clasificación del tipo de vehículo por la disposición de sus ejes.....	17
3.3 Procesamiento y análisis de los datos de campo.....	17

3.4 Estación de conteo vehicular	17
3.4.1 Resultados de los aforos de tránsito	19
3.4.2 Determinación del Tránsito Promedio Diurno Semanal (TPDiS)	21
3.4.3 Cálculo del TPDA	22
3.4.4 Composición vehicular del TPDA	27
3.5 Determinación de las tasas de crecimiento	28
3.5.1 Tasas de crecimiento	28
3.5.2 Evolución del producto interno bruto (PIB)	30
3.5.3 Evolución de los registros de población (POB)	31
3.5.4 Evolución de los registros históricos de combustible (COMB)	31
3.5.5 Consolidado de las tasas de crecimiento	32
3.6 Determinación del tránsito de diseño	33
3.6.1 Período de diseño (PD)	33
3.6.2 Factor de Crecimiento (FC)	34
3.6.3 Factor distribución por dirección (Fd)	35
3.6.4. Factor distribución por carril (fc)	35
3.6.5 El índice de serviciabilidad inicial (Po)	37
3.6.6 El índice de serviciabilidad final (Pt)	37
3.6.7 Número estructural asumido (SN)	37
3.6.8 Factor de equivalencia (FESAL)	38
3.6.9 Cálculo de ejes equivalentes (ESAL o W18)	41

CAPÍTULO IV: ESTUDIO GEOTÉCNICO

4.1 Metodología	43
4.2 Situación actual del camino	44
4.3 Ensayos de suelos en línea	45
4.3.1 Descripción de ensayos de sondeos de línea	46
4.3.2 Análisis de los resultados	49
4.3.3 Resultados de ensayos de bancos de materiales	49
4.3.4 Especificaciones para materiales (base-subbase) – NIC-2019	52
4.3.5 Evaluación del banco de préstamo N°1	53

4.3.6 Evaluación del banco de préstamo N°2	54
4.3.7 Requerimientos mínimos para estabilizarse con cemento	55
4.4 Elección de los de bancos préstamos a utilizar para base y subbase. ..	57
4.5 Determinación del CBR de diseño	58
4.5.1 Identificación de la subrasante	58

CAPÍTULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO

5.1 Metodología de diseño AASHTO 93	63
5.2 Variables de diseño por considerarse en el método AASHTO 93.	64
5.2.1 La vida útil del pavimento.....	64
5.2.2 Variables en función del tránsito.	64
5.2.3 Coeficiente de drenaje (mi)	64
5.2.4 Confiabilidad (R)	65
5.2.5 Desviación estándar (So).....	67
5.2.6 Serviciabilidad.	67
5.3 Características de los materiales que conforman el pavimento	68
5.3.1 Módulo de resiliencia (Mr)	68
5.3.2 Coeficientes estructurales de capa (ai)	68
5.3.3 Números estructurales (SN).....	70
5.4 Cálculo de espesores.....	71
5.4.1 Cálculo de los números estructurales (SN ₂ , SN ₃)	72
5.5 Cálculo de los espesores del pavimento	74
5.5.1 Espesores finales de diseño	75
5.6 Uso del programa WinPAS-12 versión 1.0.0.	77

CAPÍTULO VI: DISEÑO GEOMÉTRICO

6.1 Metodología	82
6.2 Definición de los criterios de diseño	82
6.2.1 Tránsito proyectado	82
6.2.2 Clasificación funcional.....	82
6.2.3 Vehículo de diseño.....	83
6.2.4 Velocidad de diseño (Vd)	83

6.3 Elementos de la sección típica propuesta.....	84
6.3.1 Tipo de pavimento.....	84
6.3.2 Plataforma o corona.....	84
6.3.3 Pendiente transversal	85
6.3.4 Pendiente transversal de hombro	85
6.3.5 Cunetas.....	85
6.4 Distancia de visibilidad de parada.....	87
6.5 Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	89
6.6 Sobreelevación mínima.....	93
6.7 Sobreelevación máxima	93
6.8 Valores del coeficiente de fricción lateral	93
6.9 Radio mínimo	94
6.10 Grados de curvatura	95
6.11 Grados de curvatura máximo	95
6.12 Pendiente relativa	96
6.13 Cálculo de peralte	96
6.14 Longitud de transición (LT).....	98
6.15 Sobre anchos en curvas.....	99
6.16 Resultados de alineamiento horizontal.....	101
6.17 Alineamiento vertical	104
6.18 Planos Finales.....	106
6.19 Formato de Planos	106
6.20 Software Civil-3D	107
6.20.1 Determinación de la superficie y el eje de la vía	107
6.20.2 Creación de Alineamiento Horizontal	108
6.20.3 Criterios de peralte.....	110
6.20.4 Criterios de sobreanchos (Sa).....	111
6.20.5 Alineamiento Vertical.	112

CAPÍTULO VII: SEÑALIZACIÓN VIAL

7.1 Introducción.....	114
-----------------------	-----

7.2 Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito...	114
7.2.1 Diseño	115
7.2.2 Localización	115
7.2.3 Uniformidad.....	115
7.2.4 Operación.....	116
7.2.5. Mantenimiento.....	116
7.3 Clasificación de los dispositivos de control de tránsito.....	116
7.3.1 Dispositivos de reglamentación.....	116
7.3.2 Dispositivos de prevención (advertencia de peligro)	116
7.3.3 Dispositivos de información:.....	116
7.4 Señales verticales	117
7.4.1 Requisitos de las señales verticales	117
7.4.2 Criterios de diseño	117
7.5 Clasificación de las señales de reglamentación.....	118
7.6 Clasificación de las señales de prevención.....	119
7.7 Clasificación de las señales informativas	119
7.8 Propuesta de señalización vertical con respecto al tramo en estudio ..	120
7.9 Otros dispositivos	121
7.9.1 Postes guías de concretos	121
7.9.2 Poste de kilometraje.....	121
7.9.3 Denfensas metálicas.....	121
7.10 Señalización horizontal	122
7.10.1 Definición	122
7.10.2 Funciones.....	122
7.10.3 Características	123
7.11 Propuesta de señalización horizontal.....	124
7.11.1 Propuesta de señalización línea de borde	124
7.11.2 Propuesta de señalización línea continua central	124
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA.	127
ANEXOS	I

ÍNDICE DE TABLAS	PÁG.
Tabla-1: Coordenadas UTM del punto inicial y final del proyecto.....	8
Tabla-2: Formato de archivo de puntos.....	9
Tabla-3: Resultados del alineamiento horizontal	10
Tabla 4: Consolidado de pendientes por estaciones	12
Tabla-5: Inventario de BMs	13
Tabla 6: Conteo vehicular 12 hrs diurnas / ambos sentidos de la vía.....	19
Tabla 7: Comportamiento del tránsito semanal según su clasificación	20
Tabla 8: Tráfico Promedio Diurno (TPDiS) /ambos sentidos de la vía.....	21
Tabla 9: Vector de Correspondencia Geográfico.....	22
Tabla 10: Registro de la estación seleccionada ECD-112.....	24
Tabla 11: Dependencia de estaciones (estación Sébaco –Epm. San Isidro)	25
Tabla 12:Factores /1er cuatrimestre del año (EMC-200).....	25
Tabla 13: Cálculo del TPDA, aplicando factores de ajuste (FD, FE)	26
Tabla 14: Registros históricos del TPDA-ECD112, PIB, y POB	28
Tabla 15: Evolución TPDA de la estación ECD 112 Emp. Yalagüina- Somoto ..	29
Tabla 16: Tasas de crecimiento anuales para PIB (2008-2020).....	30
Tabla 17: Datos ECD-111 y tasas de crecimiento anuales para población	31
Tabla 18: Tasas de crecimiento anuales del consumo de combustible (COMB) 32	
Tabla 19: Tasas de crecimiento.....	32
Tabla 20: clasificación funcional de la vía	34
Tabla 21: Período de diseño (N).....	34
Tabla 22: Calculo del factor de crecimiento.....	34
Tabla 23: Factor de distribución por dirección (Fd)	35
Tabla 24: Factor de distribución por carril (FC)	35
Tabla 25: Tránsito por carril de diseño	36
Tabla 26: Factores de ejes Kips a interpolar	39
Tabla 27: Interpolación lineal (2.2 Kips, 4.4 Kips, 8.8 Kips).....	39
Tabla 28: Interpolación lineal (9.9 kips, 11 Kips, 14.30 kips)	40
Tabla 29: Interpolación lineal (17.60 Kips, 36.30 Kips).....	40
Tabla 30: Cálculo ESAL del carril de diseño	42

Tabla 31: Tipos de ensayos para estudio de suelos.....	45
Tabla 32: Sondeos de línea.....	45
Tabla 33: Referenciación de sondeo manuales	46
Tabla 34: Resumen de los suelos predominantes.....	49
Tabla 35: Propiedades de los bancos de préstamo #1, #2.....	51
Tabla 36: Granulometría de los bancos de préstamo #1, #2.....	51
Tabla 37: Especificaciones de materiales para base granular	52
Tabla 38: Especificaciones de materiales para subbase granular.....	52
Tabla 39: Evaluación del banco de materiales N°1 / base y subbase	53
Tabla 40: evaluación del banco de materiales N°2 / base y subbase.....	54
Tabla 41: Requisitos para estabilización con cemento.....	55
Tabla 42: Resultados de estabilización de bancos.....	56
Tabla 43: Bancos de diseño base/ subbase	57
Tabla 44: Alturas de cortes y rellenos generados por Civil 3D	59
Tabla 45: Selección de CBR de diseño para la subrasante.	60
Tabla 46: Valores CBR tomado de la subrasante.....	60
Tabla 47: Criterio del instituto de asfalto para determinar CBR de diseño.	61
Tabla 48: Clasificación del CBR.	61
Tabla 49: CBR de la Subrasante según la Nic-2019	61
Tabla 50: Capacidad del drenaje para remover la humedad	65
Tabla 51: Niveles de humedad cercanos a la saturación	65
Tabla 52: Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera	66
Tabla 53: Valores de Zr en función de la confiabilidad R	66
Tabla 54: Desviación estándar dependiendo de las condiciones de servicio	67
Tabla 55: Correlación entre el CBR y módulo resiliente para subrasante	68
Tabla 56: Calculo de modulo resiliente de la subrasante	68
Tabla 57: Espesores mínimos sugeridos por capa.....	74
Tabla 58: Espesores de diseño	76
Tabla 59: Datos para calcular espesores en el Software WinPAS-12.	78
Tabla 60: Clasificación de la vía	82
Tabla 61: Características según tipo de vehículo	83

Tabla 62: Aspectos a considerar para seleccionar la velocidad de diseño.....	84
Tabla 63: Anchos mínimos de hombros y aceras.....	85
Tabla 64: Distancia de visibilidad parada en función de la velocidad	88
Tabla 65: Distancia de adelantamiento para carreteras de dos carriles	90
Tabla 66: Resultados de distancia de visibilidad de parada	91
Tabla 67: Resultados de distancia de visibilidad de adelantamiento	92
Tabla 68: La sobreelevación dependiendo del tipo de área	93
Tabla 69: Valores de coeficiente de fricción lateral	93
Tabla 70: Radios mínimos para distintas velocidades de diseño	94
Tabla 71: Máximas pendientes relativas	96
Tabla 72: Resultados peralte para los radios trazados.....	97
Tabla 73: Sobre anchos en curvas	100
Tabla 74: Resultados del alineamiento horizontal (2.00 Kilómetros)	103
Tabla 75: Tipos de curvas verticales trazadas.....	104
Tabla 76: Datos para el cálculo de distancia de parada	104
Tabla 77: Alineamiento vertical proyectado	106
Tabla 78: Clasificación de señales reglamentarias.....	118
Tabla 79: Clasificación de señales de prevención.....	119
Tabla 80: Clasificación de señales informativas	119
Tabla 81: señalización vertical.....	120
Tabla 82: propuesta de postes guías en obras de drenaje de la vía	121
Tabla 83: Postes de kilometraje	121
Tabla 84: propuesta de defensa metálicas en la vía	122
Tabla 85: Clasificación de señales horizontales	123
Tabla 86: Resultado línea de borde.....	124
Tabla 87: Resultado línea central	125
Tabla 88: Consolidado de puntos topográficos.	V
Tabla 89: Consolidado de puntos topográficos.	VI
Tabla 90: Consolidado de puntos topográficos.	VII
Tabla 91: Consolidado de puntos topográficos.	VIII
Tabla 92: Consolidado de puntos topográficos.	IX

Tabla 93: Consolidado de puntos topográficos.	X
Tabla 94: Consolidado de puntos topográficos.	XI
Tabla 95: Consolidado de puntos topográficos.	XII
Tabla 96: Consolidado de puntos topográficos.	XIII
Tabla 97: Consolidado de puntos topográficos.	XIV
Tabla 98: Consolidado de puntos topográficos.	XV
Tabla 99: Consolidado de puntos topográficos.	XVI
Tabla 100: Consolidado de puntos topográficos.....	XVII
Tabla 101: Consolidado de puntos topográficos.....	XVIII
Tabla 102: Consolidado de puntos topográficos.....	XIX
Tabla 103: Consolidado de puntos topográficos.....	XX
Tabla 104: Consolidado de puntos topográficos.....	XXI
Tabla 105: Consolidado de puntos topográficos.....	XXII
Tabla 106: Consolidado de puntos topográficos.....	XXIII
Tabla -107: Inventario de curvas identificadas.	XXIV
Tabla- 108: Inventario de rectas identificadas.	XXV
Tabla 109: Tipología y descripción vehicular de conteos de tráfico.....	XXVI
Tabla 110: Formato para conteo vehicular por día.	XXVII
Tabla 111: Conteo vehicular diurno lunes 09/01/2023.	XXVIII
Tabla 112: Conteo vehicular diurno martes 10/01/2023.	XXIX
Tabla 113: Conteo vehicular diurno miércoles 11/01/2023.....	XXX
Tabla 114: Conteo vehicular diurno jueves 12/01/2023.....	XXXI
Tabla 115: Conteo vehicular diurno viernes 13/01/2023.	XXXII
Tabla 116: Conteo vehicular diurno sábado 14/01/2023.	XXXIII
Tabla 117: Conteo vehicular diurno domingo 15/01/2023.	XXXIV
Tabla 118: Registro de la estación seleccionada y porcentajes del tramo	XLIII
Tabla 119: Listado histórico del TPDA estación ECD-112	XLIV
Tabla 120: Factores de ajustes para ECD-112 o ECS	XLV
Tabla 121: Registros históricos del PIB y POB.....	XLVI
Tabla 122: consumo de combustible en Nicaragua años (2008-2020).....	XLVII
Tabla 123: Indicadores macroeconómicos años (2011-2022).....	XLVIII

Tabla 124: Diagrama de cargas permisibles, vehículos livianos y pasajeros.	XLIX
Tabla 125: Diagrama de cargas permisibles, vehículos pesados.....	XLIX
Tabla 126: Factores equivalentes de cargas, ejes simples $P_T=2.0$ (Tabla 3-1). ..	L
Tabla 127: Factores equivalentes de cargas, ejes tandem, $P_t=2.0$. (Tabla 3-2)..	LI
Tabla 128: Clasificación de suelos AASHTO M-145.	LII
Tabla 129: Registro de campo y clasificación visual de los materiales.	LIII
Tabla 130: Resultados de clasificación y humedad (Sm1-Sm7).....	LIV
Tabla 131: Resultados de clasificación y humedad (Sm8-Sm13).....	LV
Tabla 132: Resultados de CBR en materiales Est: 0+00 a 2+000.....	LVI
Tabla 133: Ubicación de bancos de materiales existentes.	LX
Tabla 134: Resultados de prueba de CBR- banco N°1.	LXI
Tabla 135: Ensayo carga de penetración y hinchamiento – banco N°1.	LXII
Tabla 136: Resultados de prueba de CBR- banco N°2.	LXIII
Tabla 137: Ensayo carga de penetración y hinchamiento, banco N°2.	LXIV
Tabla 138: Ensayo desgaste de los ángeles y intemperismo, banco n°1,2.....	LXV
Tabla 139: Detalle de ubicación de delineadores.	LXX
Tabla 140: Detalle de ubicación de delineadores.	LXXI
Tabla 141: Detalle de ubicación de delineadores.	LXXII
Tabla 142: Detalle de ubicación de delineadores.	LXXIII
Tabla 143: Detalle de ubicación de delineadores.	LXXIV
Tabla 144: Detalle de ubicación de delineadores.	LXXV
Tabla 145: Señales reglamentarias.	LXXVI
Tabla 146: Señales reglamentarias.	LXXVII
Tabla 147: Señales de información de identificación.....	LXXVIII
Tabla 148: Señales de información de identificación.....	LXXIX
Tabla 149: Dimensiones de los tableros.....	LXXIX
Tabla 150: Dimensiones de los postes.....	LXXX

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....PÁG.

Imagen-1: Macro-Localización Municipio San Sebastián de Yalí	2
Imagen-2: Micro localización del tramo en estudio.....	3
Imagen-3: Configuración de zona y sistema de coordenadas.....	8
Imagen-4: Importación a civil-3D	9
Imagen-5: Localización de los bancos de Nivel (Bms)	14
Imagen-6: Ubicación del punto de conteo vehicular Est: 0+000.....	18
Imagen-7: Conversión de 18 Kips a tonelada fuerza.....	38
Imagen-8: Ejemplo representativo del cálculo del valor: 36.30 kips	40
Imagen-9: Números estructurales correspondientes a cada capa.....	71
Imagen-10: Estructura de final de pavimento articulado.....	76
Imagen-11: Perspectiva de pavimento articulado.....	76
Imagen-12: Software de diseño WinPAS.	77
Imagen-13: Selección del tipo de pavimento a diseñar.	77
Imagen-14: Introducción de datos en WinPAS-12.....	78
Imagen-15: Calculo de SN requerido en WinPAS.	79
Imagen-16: SN requerido.	79
Imagen-17: Introducción de Layers de Diseño.	80
Imagen-18: Estructura de pavimento articulado.	80
Imagen-19: Reporte Software WinPAS-12.	81
Imagen-20: Vehículo de diseño propuesto	83
Imagen-21: Sección típica rural	86
Imagen-22: Perfil Longitudinal PVI-5 (K=7.54, 0+554.66)	105
Imagen-23: Determinación de la superficie de la vía.....	107
Imagen-24: Propiedades de Alineamiento Horizontal y criterios de diseño	108
Imagen-25: Velocidad de diseño para las curvas horizontales trazadas	108
Imagen-26: Curvas Horizontales trazadas (PI-1 – PI-34)	109
Imagen-27: Definición de parámetros de peralte (superelevation)	110
Imagen-28: Proyección de peralte de curva horizontal No. 5	110

Imagen-29: Configuración de sobrecanchos	111
Imagen-30: Proyección de sobrecancho de curva horizontal No. 5	112
Imagen-31: Curvas verticales trazadas	112
Imagen-32: Alineamiento vertical 0+000-0+135.	113
Imagen-33: Ubicación lateral de las señales verticales zona rural.	118
Imagen-34: ubicación del punto de conteo vehicular Est: 0+000..	XLII
Imagen-35: Adoquín tipo tráfico.....	LXVI
Imagen-36: Comprobación del SN3.	LXIX
Imagen-37: Comprobación del SN2.	LXIX
Imagen-38: Señales horizontales.	LXXX

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	PÁG.
Gráfico - 1: Comportamiento de tránsito diurno/ Ambos sentidos de la vía	19
Gráfico - 2 : Composición de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).....	27
Gráfico - 3: Selección del CBR de Diseño.....	62
Gráfico - 4: Obtención del número estructural SN_2 y SN_3	73
Gráfico - 5: Comportamiento vehicular por hora/ lunes.	XXXV
Gráfico - 6: Comportamiento vehicular por hora/ martes.....	XXXV
Gráfico - 7: Comportamiento vehicular por hora/ miércoles.	XXXVI
Gráfico - 8: Comportamiento vehicular por hora/ jueves.	XXXVI
Gráfico - 9: Comportamiento vehicular por hora/ viernes.	XXXVII
Gráfico - 10: Comportamiento vehicular por hora/ sábado.	XXXVII
Gráfico - 11: Comportamiento vehicular por hora/ domingo.	XXXVIII
Gráfico - 12: Composición vehicular de 12 horas diurnas / lunes.....	XXXVIII
Gráfico - 13: Composición vehicular de 12 horas diurnas / martes.	XXXIX
Gráfico - 14: Composición vehicular de 12 horas diurnas / miércoles.	XXXIX
Gráfico - 15: Composición vehicular de 12 horas diurnas / jueves.....	XL
Gráfico - 16: Composición vehicular de 12 horas diurnas / viernes.....	XL
Gráfico - 17: Composición vehicular de 12 horas diurnas / sábado.....	XLI
Gráfico - 18: Composición vehicular de 12 horas diurnas / domingo.....	XLI
Gráfico - 19: Estratigrafía estación 00+00 (Sm- 1) - estación 00+600 (Sm- 4). LVII	
Gráfico- 20: Estratigrafía 00+800 (Sm- 5) - 01+400 (Sm- 8).	LVIII
Gráfico - 21: Estratigrafía 01+600 (Sm- 9) - 02+000 (Sm- 11).....	LIX
Gráfico - 22: Coeficiente estructural a_2 , para base tratada.....	LXVII
Gráfico- 23: Coeficiente estructural a_3 , para sub-base no tratada.....	LXVIII



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO

I

GENERALIDADES

2023

1.1 Introducción

El diseño geométrico es una de las fases más importantes de cualquier proyecto de carretera, en la que se establece la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos esenciales como: funcionalidad, seguridad, comodidad, economía y la integración ambiental en su entorno, buscando la optimización de la realidad física y funcional (Garcia Garcia, 2007). El diseño de estructural de pavimento se remonta a tiempos anteriores a la década de 1920, en esa época los diseños se basaban en la experiencia y sentido común del proyectista. Hoy en día se cuenta con métodos más precisos y confiables que incorporan parámetros para su diseño como lo es el método de la AAHSTO-93.

El municipio de San Sebastián de Yalí se encuentra ubicado en el departamento de Jinotega, sus coordenadas UTM son E588120, N1471019, esta se encuentra a 203 kilómetros de la capital Managua (Ver Imagen-1, pág. 2).

La principal actividad económica del área de influencia está meramente dedicada a la producción de granos básicos, ganadería y diversifica en la producción de café, plátanos y hortalizas. (Plan de Desarrollo Urbano, Yali, 2022)

Por lo antes descrito se propuso realizar el diseño geométrico y estructural del pavimento entre las comunidades Monte Cristo- Pizotales. El cual se llevó a cabo en función del levantamiento topográfico, estudio de tránsito y geotecnia, luego los resultados se analizaron, para emplear la metodología de la AASHTO-93, los criterios y especificaciones generales de la (Nic, 2019), las Normas para elementos de Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA, 2011) y el Manual Centro Americano para el Diseño de Pavimento (SIECA, 2002).

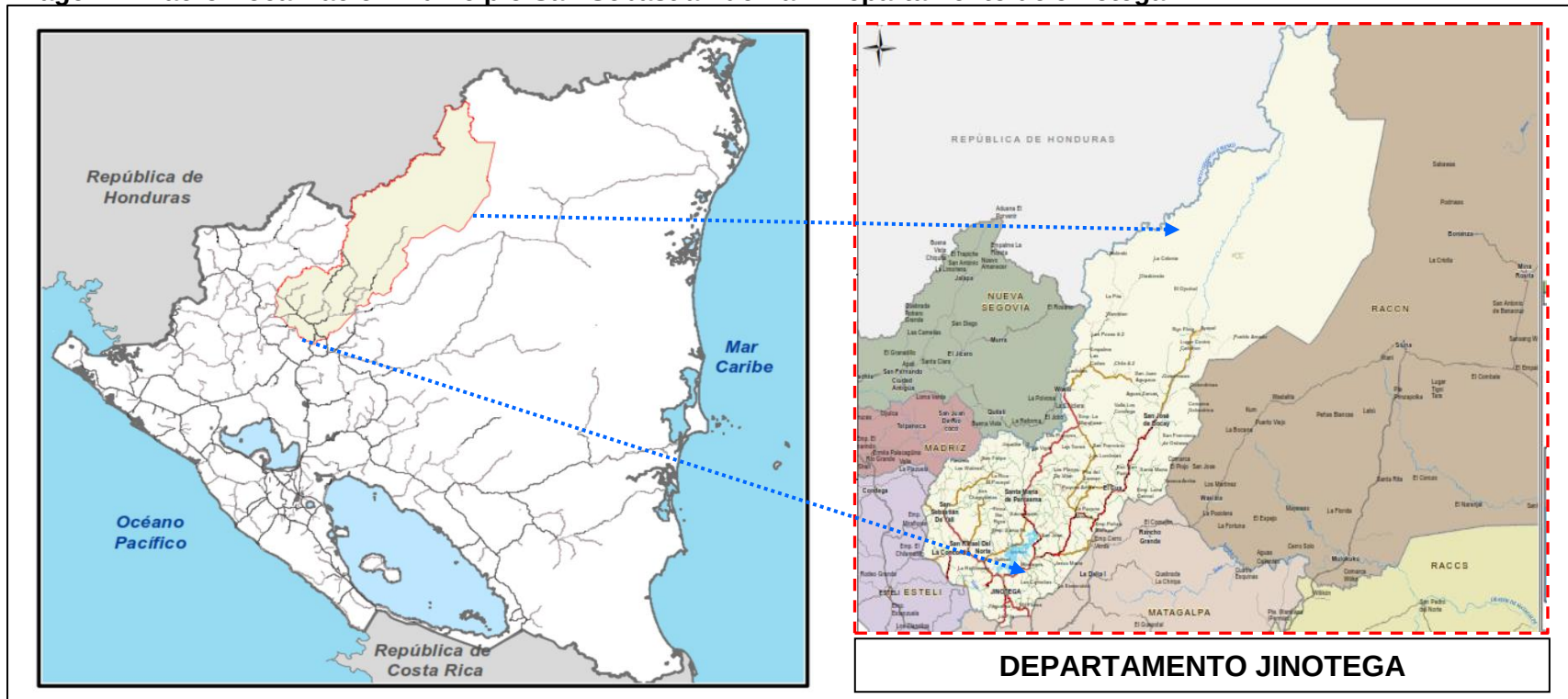
Por último, se realizó una propuesta de señalización vial, tomando en consideración los componentes físicos y geométricos de la vía, así como las necesidades del tramo, aplicando el manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito (SIECA-2014).

1.1.1 Localización del proyecto

➤ Macro localización

El proyecto estará localizado en el municipio de San Sebastián de Yalí, del departamento de Jinotega, zona norte de Nicaragua entre las coordenadas 13°18'19.9 Norte 86°11'11.5" Oeste.

Imagen-1: Macro-Localización Municipio San Sebastián de Yalí- Departamento de Jinotega



Fuente: Red vial de Nicaragua MTI-2020, pdf 393.

➤ Micro Localización

Este proyecto está situado a 19.3 kilómetros del Municipio de San Sebastián de Yalí y de la capital Managua a 203 kilómetros, su longitud es de 2.0 kilómetros. Tiene su inicio en la estación 0+000 y finaliza en la estación 2+000.

Imagen-2: Micro localización del tramo en estudio (Comunidad Monte Cristo- Pizotales)



Fuente: <https://goo.gl/maps/sz88j77RKJM7fnWo6?coh=178572&entry=tt> / Google Maps-2023.

1.2 Antecedentes

Las comunidades Monte Cristo y Pizotales se encuentran ubicadas a diecinueve kilómetros del casco urbano del municipio de San Sebastián de Yalí, es un tramo de importancia económica debido a la producción que generan las cosechas de café hortalizas y granos básicos. Las comunidades en estudio cuentan con suministro de energía eléctrica y agua potable proyectos realizados en los años 2014-2015, dichos trabajos fueron financiados por el gobierno central en coordinación con los pobladores beneficiando a 115 familias. (Plan de Desarrollo Urbano, Yali, 2022)

El tramo en estudio posee un relieve accidentado a lo largo de la vía, su superficie de rodamiento no posee un buen revestimiento, en consecuencia, pone en dificultad la circulación vehicular de los pobladores de la zona, lo que empeora en los meses de invierno. El estancamiento de las aguas superficiales genera baches y pegaderos en la vía, por lo que muchas veces el flujo vehicular tiene que paralizarse produciendo afectaciones económicas en los diferentes usuarios. El ultimo mantenimiento realizado por la alcaldía municipal de San Sebastián de Yalí se realizó en el mes de enero del año 2017, el cual consistió en el revestimiento de 30 cm de material macadam a lo largo del tramo. *(Ver Anexo fotos, pág. I)*

El deterioro de la vía se produce por diversas causas principalmente por las lluvias intensas que predominan en la zona y la inexistencia de obras de drenajes que capten el caudal del agua evitando daños a lo largo del tramo. El paso de los huracanes Iota y Eta en los años 2016 y 2020 causaron graves afectaciones en la superficie de rodamiento producto del desbordamiento de quebradas adyacentes y de causas naturales existentes, lo que provocó cortes y erosión a lo largo del tramo. En el área de estudio se han realizado pocos mantenimientos de nivelación simple, por lo que ha sido prioridad de los líderes comunitarios como: Luis Zabala Torres y Marcia Inés Rivera (Comunicación personal, de octubre de 2022) organizarse junto con los pobladores para solicitar una solución permanente ante dicha problemática.

1.3 Justificación

La actividad de transporte vial que se moviliza entre estas comunidades depende del buen estado de la carretera, que los une. Por lo que, un buen estado de ésta mantiene un constante tráfico y movimiento de pobladores por lo que es fundamental que se encuentre en óptimas condiciones para que el transporte privado y colectivo puedan funcionar de manera regular en esta zona.

La iniciativa de este estudio monográfico se sustenta en la necesidad que tienen los pobladores de las comunidades Montecristo y Pizotales, así como otras aledañas de contar con una obra vial bien planificada que cumpla con los requerimientos necesarios de serviciabilidad para trasladarse hacia los diferentes destinos. Actualmente la alcaldía municipal de San Sebastián de Yalí no cuenta con un diseño de la carpeta de rodamiento para gestionar fondos para su construcción. Este estudio servirá como apoyo para que los líderes comunitarios junto con los pobladores puedan solicitar ante las instituciones competentes los fondos necesarios para la construcción de dicho proyecto.

De realizarse dicho proyecto se estará contribuyendo positivamente a dinamizar la economía local de la zona, e impulsar el desarrollo socioeconómico de los habitantes, e indirectamente el de otras comunidades. Los pobladores beneficiados directamente serían alrededor de 630 habitantes e indirectamente 1,240 habitantes de las comunidades El Amparo, San Pedro, Walices, El Bosque y San Juan.

El traslado de la producción agrícola será más efectivo, abriendo nuevas oportunidades de comercialización a nuevos puntos del país. La calidad de vida de los habitantes mejorará, ya que, habrá reducción de tiempos de viaje, mayor movilidad, se facilitará el acceso a las necesidades básicas: educación, trabajo, alimentación y salud. Además, promoverá el turismo local hacia reservas naturales, así como fincas dedicadas a la apicultura, producción de café y fincas Ganaderas y no menos imprescindible se estará contribuyendo al desarrollo y crecimiento de un mejor país.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- “Realizar el diseño geométrico y estructura de pavimento articulado del tramo comunidad Monte Cristo– Pizotales, Municipio de San Sebastián de Yalí, aplicando el método de la AASHTO-93, 2022”

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento topográfico, para determinación de las características del terreno, definiendo la rasante óptima del tramo.
- Realizar un estudio de tráfico por medio de un conteo vehicular, para el cálculo del TPDA, las cargas actuales y futuras que actuarán sobre la estructura de pavimento.
- Determinar las propiedades físico-mecánicas de la plataforma vial y los bancos de préstamo, a través de un estudio geotécnico.
- Determinar los espesores de la estructura de pavimento articulado, aplicando el método de la AASHTO-93 y Software WinPAS 12 (versión 1.0.0), para su comprobación.
- Diseñar geométricamente el tramo en estudio, aplicando las normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (Normas SIECA, 2011) con el Software Civil 3D 2022.
- Realizar una propuesta de señalización vial, para reforzar la seguridad de los usuarios de la vía aplicando el manual centroamericano de dispositivos (SIECA-2014).



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO **II**

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2023

2.1 Generalidades

La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina). (Casanova L., 2002)

2.2 Metodología

El proyecto comprendió el levantamiento topográfico del tramo de 2 Kilómetros de longitud, iniciando en la comunidad Monte Cristo (0+000) y finalizando en Pizotales (2+000), en colaboración con la alcaldía de San Sebastián de Yalí. Se realizó mediante el método tradicional, que comprendió el levantamiento de la poligonal base, haciendo uso de estación total, prisma reflector y bastón sobre porta prisma.

2.3 Levantamiento topográfico

Se utilizó los siguientes equipos (**ver álbum de fotos 7-12, p. II**)

- Estación Total (Leica TS02).
- GPS (GARMIN 72H) y Brújula.
- Trípode de aluminio.
- Prisma circular (TOPCON con soporte de metal amarillo y negro, constante de 0 y -30).
- Cinta métrica (STANLEY de 30 metros).
- Bastón de aplomar (SOKKIA de 4.60m).
- Spray, clavos y martillo.

La ejecución del proceso de levantamiento topográfica se realizó con la ayuda de un topógrafo facilitado por la alcaldía de San Sebastián de Yalí, comprendió:

Trabajo de Campo (ver álbum de fotos 13-18, p. III):

- Visitas de campo de la ruta trazada.
- Ubicación de Puntos de control in situ.
- Levantamiento de poligonal Base.

- seccionamiento del camino, a distancias fijas de 20 metros.

Trabajos de Gabinete:

- Revisión de la medición planimétrica y altimétrica de la poligonal base.
- Determinación en planta de la vía según las especificaciones de diseño.
- Definición de la línea de subrasante optima que tendrá la vía.
- Dibujo de perfil y Anotación de pendientes longitudinales.
- Determinación de secciones transversales.
- Planos Finales.

2.4 Localización del proyecto

El presente estudio topográfico del tramo Monte Cristo (00+000) – Pizotales (2+000), está localizado en Municipio de San Sebastián de Yalí, del departamento de Jinotega (Cap. I, Imagen 2, p.3).

Tabla-1: Coordenadas UTM del punto inicial y final del proyecto

Proyecto	Norte (Y)	Este (X)	Elevación (Z)
INICIO: Monte Cristo, 0+000	1,479,157.562	598,584.728	788.00 msnm
FIN: Pizotales, 2+000	1,480,367.204	597,201.838	965.00 msnm
msnm:	Metros sobre el nivel del mar.		
Sistema de coordenadas:	UTM-WGS84		

Fuente: Sustentantes-Alcaldía municipal de San Sebastián de Yalí.

2.5 Sistema de coordenadas

Se utilizo el sistema geodésico de coordenadas geográficas usado mundialmente WGS84 (World Geodetic System 1984), que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia), por medio de tres unidades dadas (x, y, z). (Ver imagen-3).

Imagen-3: Configuración de zona y sistema de coordenadas

The image shows a software window titled 'Zone' with the following fields:

- Categories:** A dropdown menu showing 'UTM, WGS84 Datum'.
- Available coordinate systems:** A dropdown menu showing 'UTM-WGS 1984 datum, Zone 1 North, Meter; Cent.Meridian 177d W'.
- Selected coordinate system code:** A text input field containing 'UTM84-1N'.
- Description:** A text input field containing 'UTM-WGS 1984 datum, Zone 1 North, Meter; Cent.Meridian 177d W'.

Fuente: Sustentantes, Civil 3D, 2022.

2.6 Procesamiento de datos

Una vez realizado el levantamiento topográfico, se facilitó por parte de la alcaldía de San Sebastián de Yalí, el archivo de puntos topográficos (archivo “txt”).

2.6.1 Puntos topográficos

Los puntos topográficos se presentan en un Archivos “txt”, provenientes de la memoria del equipo electrónico:

- **Puntos:** 931 ítems / **Formato:** archivo “txt”.

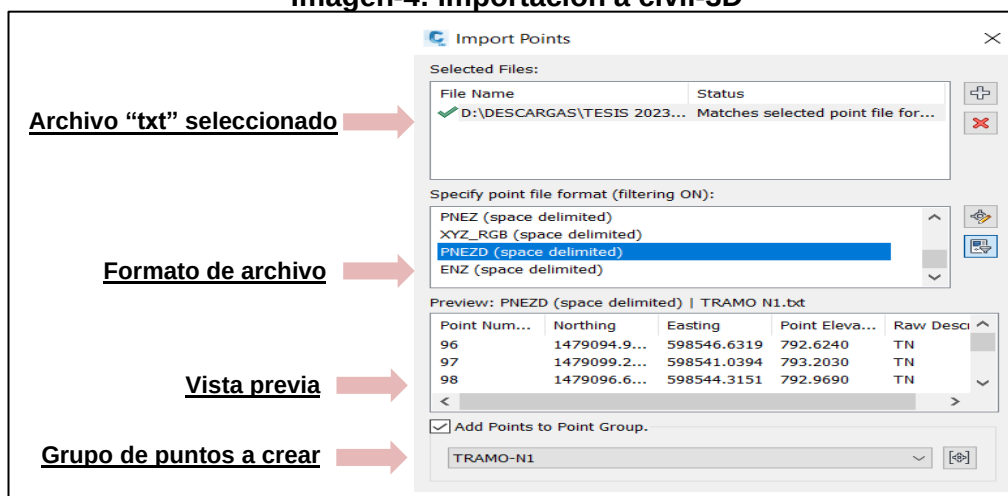
Tabla-2: Formato de archivo de puntos

Punto	Norte	Este	Z(Elev.)	Descripción
97	1479099.2310	598541.0394	793.2030	"TN"
98	1479096.6975	598544.3151	792.9690	"TN"
99	1479108.8795	598548.5191	792.3460	"TN"
100	1479106.7489	598551.4214	792.1730	"TN"
101	1479105.2801	598554.1204	791.8520	"TN"
102	1479118.4175	598563.5590	790.9150	"TN"
103	1479120.6644	598560.8127	790.9520	"TN"
104	1479122.7327	598558.5453	791.0570	"TN"
105	1479132.9764	598567.2217	789.7590	"TN"
106	1479131.8925	598569.4633	789.7300	"TN"
107	1479130.3400	598571.4864	789.8210	"TN"

Fuente: Sustentantes, archivo “txt”.

- **Importación:** a civil-3D, formato (P, N, E, Z, D; delimitado por espacios).
(Ver Imagen-4)

Imagen-4: Importación a civil-3D



Fuente: Sustentantes, formato PNEZD.

El listado de **puntos** provenientes del levantamiento topográficos, se muestran en las **tablas 88-106, anexo p. V-XXIII**.

2.7 Alineamiento horizontal

El alineamiento da comienzo en el estacionamiento **0+000**, propiamente en el Comunidad Monte Cristo y finaliza en el estacionamiento **2+000**, en la entrada a la comunidad Pizotales. Para el alineamiento horizontal del eje longitudinal se realizó el levantamiento como una poligonal abierta. Los cambios de ángulos se hicieron generalmente a cada 20 metros en las rectas y en curvas.

Los resultados del alineamiento horizontal muestran que el tramo está compuesto por un 69% de tramos rectos y un 31% de curvas:

Tabla-3: Resultados del alineamiento horizontal

Proyecto	UND.	Longitud	% Longitud
Rectas	35	1,387.10 metros	69.00%
Curvas	34	612.90 metros	31.00%
Tramo (2km)	Σ 69	Σ 2,000 metros	Σ 100.00%

Fuente: Sustentantes-Civil 3D, 2022.

En base a la **tabla-107, p. XXIV de anexos**, en el sitio existen 34 curvas horizontales identificadas de las cuales 2 poseen radios mayores a 500 metros, 7 presentan radios entre 100 a 300 metros y 25 poseen radios menores a 100 metros.

De acuerdo **tabla-108, p. XXV de anexos**, se identificaron un total de 35 tramos rectos, destacando la recta (**T:6**), con una longitud de 100.63 metros, iniciando en la progresiva 0+302.61 y finalizando en la progresiva 0+403.24.

2.8 Altimetría

Para obtener la pendiente se (P), fue necesario aplicar la **ecuación 1**:

$$P(\%) = \frac{\Delta H}{\Delta X} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

P: Pendiente, %.

ΔH: Diferencia de Altura, metros.

ΔX: Diferencia de distancia, metros.

▪ **Cálculo de pendiente mínima:**

Datos:

Est. inicial: 0+042.21.

Est. final: 0+085.00.

Elev. Inicial: 790.31.

Elev. final: 790.13.

$$P(\%) = \frac{790.13 - 790.31}{85.00 - 42.21} \times 100 = \frac{-0.18}{42.8} \times 100 = -\mathbf{0.43\%}$$

La pendiente mínima de este tramo es de -0.43% (Plano), en 42.8 metros, su inicio está en la progresiva 0+042.21 y finaliza en la progresiva 0+085.00. (ver tabla-6, p.11)

▪ **Cálculo de pendiente máxima:**

Datos:

Est. Inicial: 0+657.12.

Est. Final: 0+680.86.

Elev. Inicial: 817.12.

Elev. Final: 823.03.

$$P(\%) = \frac{823.03 - 817.12}{680.86 - 657.12} \times 100 = \frac{5.91}{23.74} \times 100 = \mathbf{24.89\%}$$

La pendiente máxima identificada a lo largo del proyecto es de +24.89% (Montañoso), su inicio está en la progresiva 0+657.12 y finaliza en la progresiva 0+680.86. (**ver tabla-4, p.12**)

En promedio el tramo obtiene una pendiente de 8.48% (Ondulado, **ver tabla-4, p.12**), partiendo del inicio del tramo predominan las subidas.

Tabla 4: Consolidado de pendientes por estaciones

NO	ESTACIÓN INICIAL	ESTACIÓN FINAL	ELEVACIÓN INICIAL	ELEVACIÓN FINAL	PENDIENTE
1	0+00.00m	0+017.21	788.00	789.37	7.95%
2	0+042.21	0+085.00	790.31	790.13	-0.43%
3	0+135.00	0+169.19	790.85	791.99	3.34%
4	0+229.19	0+255.81	788.81	785.10	-13.94%
5	0+305.81	0+314.66	786.86	788.12	20.99%
6	0+354.66	0+445.52	792.52	790.72	-1.98%
7	0+475.42	0+539.66	792.48	801.30	13.72%
8	0+569.66	0+607.12	804.81	808.46	9.74%
9	0+657.12	0+680.86	817.12	823.03	24.89%
10	0+740.86	0+835.37	836.30	854.56	19.33%
11	0+875.37	0+944.71	860.38	867.16	9.78%
12	0+994.71	1+018.13	868.34	867.16	-5.06%
13	1+078.13	1+150.80	869.88	880.14	14.12%
14	1+210.80	1+233.55	885.63	886.59	4.17%
15	1+263.65	1+297.88	889.92	896.11	18.07%
16	1+337.88	1+463.56	901.11	909.85	6.95%
17	1+523.56	1+593.17	917.31	929.79	17.92%
18	1+653.17	1+682.95	940.71	946.22	18.49%
19	1+712.95	1+801.23	949.73	954.09	4.93%
20	1+881.23	1+929.97	959.95	964.68	9.72%
21	1+979.97	2+000.00	965.94	965.00	-4.70%
PROMEDIO DE PENDIENTES (%)				8.48%	
TIPO DE TERRENO				RANGO DE PENDIENTES (%)	
PLANO				P ≤ 5	
ONDULADO				5 > P ≤ 15	
MONTAÑOSO				15 > P ≥ 30	

Fuente: Sustentantes-Sieca-2011.

2.9 Curvas de nivel

Se determinaron las elevaciones de **831** puntos en todo el tramo en estudio, estos fueron procesados en el software Civil-3D, versión 2022, generando así el mapa de curvas de nivel que ayudan a conocer el tipo de relieve de la vía existente (Ver tablas 88-106, anexo p. V-XXIII).

2.10 Sección transversal actual

La mayor parte de la trayectoria del camino presenta un ancho de rodamiento variable entre los 6.60 metros y hasta 7.00 metros. (ver álbum de fotos 18-19, p. IV):

2.11 El Derecho de vía y otras obras

En relación con el derecho de vía, presenta valores desde 15. 00 y 18.00 metros.

2.12 Establecimiento de BMs

Se estableció un (1) punto de BMs (**Bancos de nivel**), el cual fue debidamente marcado con coordenadas UTM y referenciado (Est. 0+000), de igual manera se establecieron **6 putos de cambio (PC)**, su distribución fue a cada **300 metros** en promedio, se aprecian en el la **Tabla 5**:

Tabla-5: Inventario de BM-PC

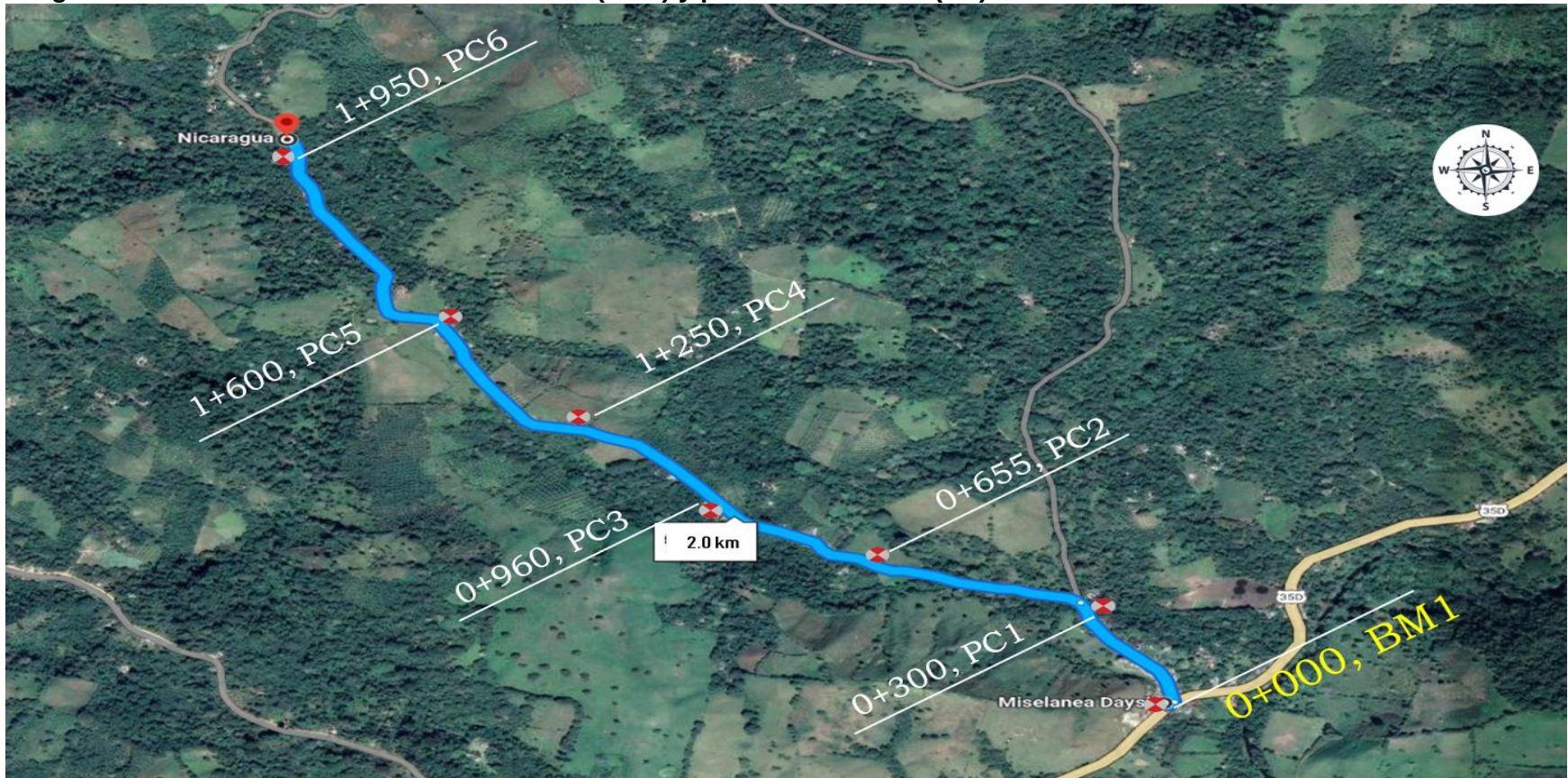
ESTACIÓN	#	N	E	Z	D
0+000	1	1479154.8083	598575.5729	787.9920	"BM1"
0+300	2	1479402.2081	598433.8285	782.6130	"PC1"
0+655	3	1479519.5728	598011.4486	834.9740	" PC2"
0+960	4	1479658.7446	597819.4679	869.4870	" PC3"
1+250	5	1479829.7394	597546.5483	898.8270	" PC4"
1+605	6	1480187.8797	597306.6172	953.4550	" PC5"
1+950	7	1480320.177	597211.577	966.8010	" PC6"

Fuente: Sustentantes-Civil 3D, 2022.

NOTA: El levantamiento topográfico se realizó con brújula (identificar el Norte), con GPS (coordenada inicial, obtenida de los satélites que envían señales de radio desde el espacio), y con estación total (LEICA TS02). El BMs (bancos de nivel), no fue vinculado a la red de mojones geodésicos del territorio nacional, ya que este es un trabajo monográfico para optar al título de ingeniero civil.

A continuación, en la **imagen 5**, se muestra la localización satelital (Google maps-2023), del banco de nivel (Bm1), y de los 6 puntos de cambios (PC1-PC6), establecidos, además de su estacionamiento:

Imagen-5: Localización de los bancos de Nivel (Bms) y puntos de cambio (PC)



Fuente: <https://goo.gl/maps/sz88j77RKJM7fnWo6?coh=178572&entry=tt> / Google Maps-2023.



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO **III**

ESTUDIO DE TRÁNSITO

2023

3.1 Generalidades

Estudio de Tránsito: “aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizado y no motorizado”. (Cal y Mayor, 2018, pág. 59)

El propósito del estudio de tráfico es cuantificar la cantidad de vehículos que pasan por una vía en una unidad de tiempo, dado generalmente en días; esto permite conocer la capacidad y los niveles de servicio a la cual puede operar según la vida útil que comprenda su diseño, sirven tanto para los análisis de ingeniería como para fundamentar los estudios económicos y estudios de factibilidad.

3.2 Recopilación de datos

Se realizó por medio de conteo vehicular, que consistió en medir el volumen de tráfico que transita durante un período de tiempo equivalente a 12 horas diurnas. La recolección de datos se realizó durante 7 días consecutivos, en las fechas del 9 hasta al 15 de enero del año 2023, entre las 06:00 horas y las 18:00 horas, a fin de evaluar las condiciones de tráfico normales, basándonos para esto en la Tipología y Descripción Vehicular que brinda la Revista Anuario de Aforos de Tráfico del Ministerio de Transporte 2020 el más actual. Para realizar el aforo, se utilizó el formato mostrado en el **Anexo, Tabla 110, pág. XXVII**.

Los datos de Tráfico Promedio Diario Anual, (TPDA) así como los factores de ajuste estacional, el número promedio de ejes y otros parámetros, fueron obtenidos de los datos de campo y de los cálculos de gabinete, la estación de conteo vehicular fue ubicada en una zona con adecuada visibilidad y con amplitud en los hombros, logrando captar el cien por ciento de los vehículos en ambos sentidos de la vía. Los resultados del Conteo y Clasificación por Día (12.0 horas), del tramo en estudio se muestran en el siguiente anexo. **(Ver Anexo, Tablas 111–117, págs. XXVIII-XXXIV)**.

3.2.1 Tipos de vehículos

Para el levantamiento de la información de campo fue necesario tener en cuenta las características de los vehículos, en el país actualmente hay una gran variedad de vehículos, en total el MTI presenta una clasificación vehicular compuesta por 17 tipos de vehículos, por lo que fue conveniente agruparlos en cuatro categorías. **(Ver Anexo, Tabla 109, pág. XXVI)**

➤ Motocicletas

Son todas las categorías de dos, tres y cuatro ruedas de vehículos motorizados, en esta categoría incluyen scooter, motonetas, motonetas y otros triciclos a motor.

➤ Vehículos livianos

Son los vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, los Automóviles, Camionetas, Pick – Ups y Jeep.

➤ Vehículos pesados de pasajeros

Son los vehículos destinados al Transporte Público de Pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los Microbuses Pequeños (hasta 15 Pasajeros) y Microbuses Medianos (hasta 25 pasajeros) y los Buses medianos y grandes.

➤ Vehículos pesados de carga

Son vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres toneladas tienen seis o más ruedas en dos, tres, cuatro, cinco y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2) mayores o iguales de tres Toneladas, los camiones de tres ejes (C3), los camiones combinados con remolque del tipo (C2R2), los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos especiales, presenta la Tipología y Descripción Vehicular.

3.2.2 Clasificación del tipo de vehículo por la disposición de sus ejes

La diversidad de vehículos que circulan sobre un pavimento durante su periodo de diseño trae como consecuencia un amplio espectro de ejes de cargas, con diferentes distancias entre ejes, lo que origina una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un determinado punto de la estructura. Se ha clasificado el tipo de vehículos de acuerdo con el número y disposición de sus ejes de la forma que se muestra en el Diagrama de Cargas Permisibles. **(Ver Anexos, Tablas 124- 125, pág. XLIX)**

3.3 Procesamiento y análisis de los datos de campo

Se refiere a la tabulación de la información corresponde directamente al trabajo de gabinete, luego de haberse realizado el trabajo de campo, siendo esta procesada en el Software Microsoft Excel, mediante hojas de cálculo para su simplificación.

El análisis de la información consistió en usar la guía Anuario de Aforos de Trafico del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI-2020) para tener una mejor comprensión de los resultados obtenidos y finalmente cumplir con el objetivo propuesto.

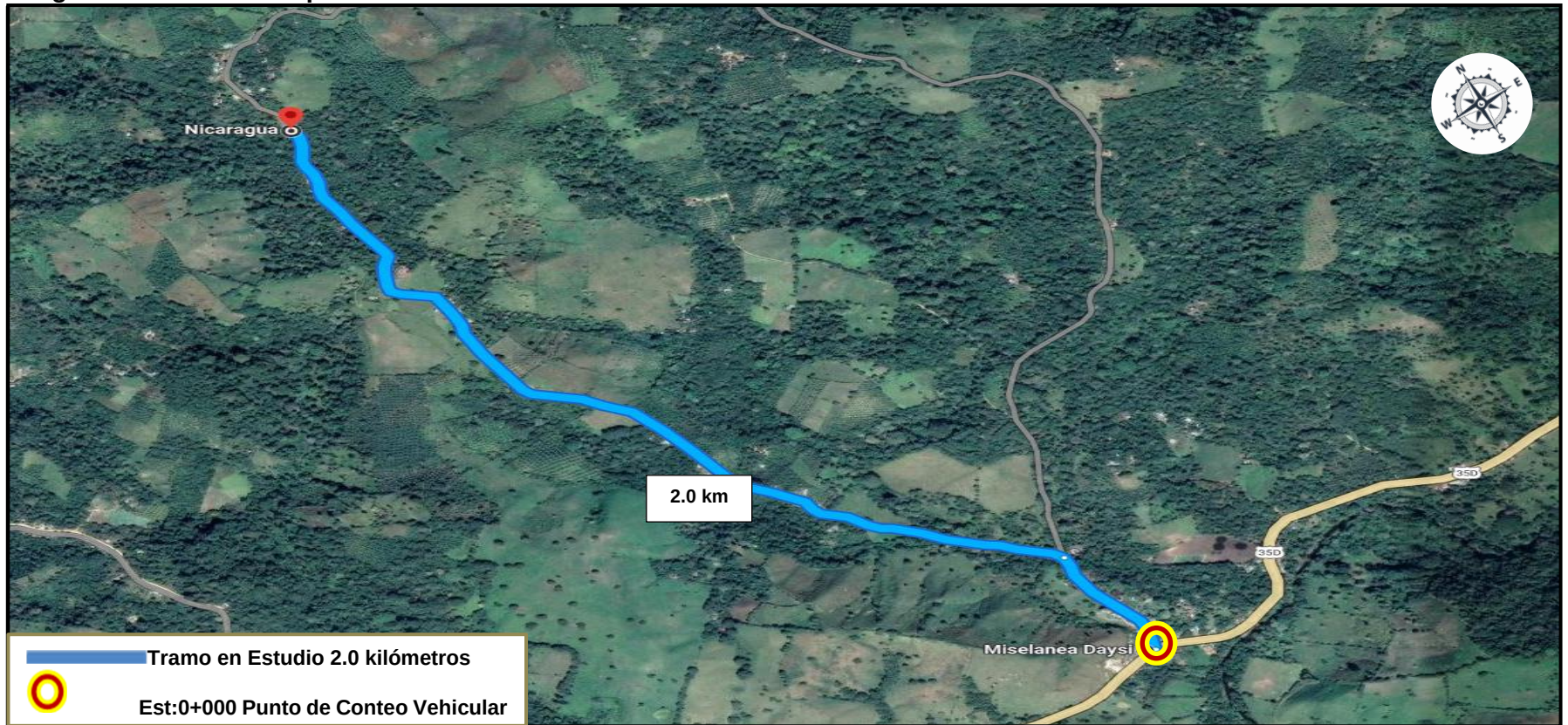
3.4 Estación de conteo vehicular

La estación de conteo vehicular se ubicó en la estación: 0+000 (inicio del tramo) en las coordenadas geográficas Norte 13°23'26.7", y 86°06'09.5" oeste, a fin de ejecutar los conteos de volumen de tráfico vehicular, con la finalidad de conocer las características, volúmenes, tipología, demanda y perfil de variación en el flujo.

La estación se ubicó en un lugar estratégico, donde se ubicaron dos (2) aforadores, los cuales realizaron la labor de conteo que permitió captar el 100% del tráfico en ambos sentidos de la vía.

En la Imagen 6 pág. 18. se puede observar el tramo en estudio y la ubicación del punto de conteo vehicular.

Imagen-6: ubicación del punto de conteo vehicular Est: 0+000.



Fuente: <https://goo.gl/maps/sz88j77RKJM7fnWo6?coh=178572&entry=tt> / Google Maps-2023.

3.4.1 Resultados de los aforos de tránsito

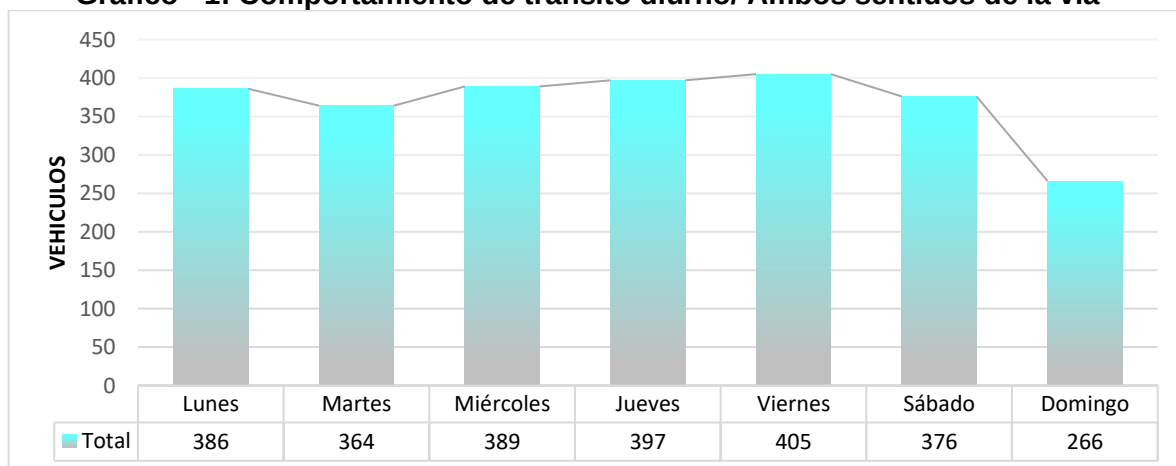
Se contabilizó la información de los aforos levantados en campo, de los cuales se obtuvo el volumen de tráfico por día, a continuación, se muestran los conteos de tráfico de los 7 días consecutivos, así como el promedio Volumen Horario de 12 horas en consolidado para ambos sentidos de la vía.

Tabla 6: Conteo vehicular 12 hrs diurnas / ambos sentidos de la vía

12 Hrs/dns	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
6-7	30	36	33	39	49	50	21
7-8	36	39	29	31	30	45	24
8-9	31	30	29	25	26	34	27
9-10	30	35	33	31	31	22	17
10-11	33	19	32	34	44	25	23
11-12	35	29	38	35	36	31	20
12-1	39	41	36	39	34	34	26
1-2	32	33	31	42	39	30	22
2-3	34	21	31	33	31	25	28
3-4	31	31	37	31	34	29	19
4-5	34	27	29	29	31	39	20
5-6	21	23	31	28	20	12	19
TOTAL	386 vehículos /12 hrs	364 Vehículos /12 hrs	389 Vehículos /12hrs	397 vehículos /12hrs	405 vehículos /12hrs	376 vehículos /12hrs	266 vehículos /12hrs

Fuente: Sustentantes.

Gráfico - 1: Comportamiento de tránsito diurno/ Ambos sentidos de la vía



Fuente: Sustentantes.

Como se aprecia en el **gráfico-1** el día con mayor volumen vehicular es el viernes, seguido del jueves y en tercer orden el miércoles, los días con menor flujo vehicular corresponde a los días sábado y domingo.

En anexos gráficos 5- al 11 pág. XXXV-XXXVIII, se presentan los resultados obtenidos de los volúmenes de vehículos por hora, registrado en los levantamientos de campo, así como la hora con mayor demanda vehicular.

A continuación, se presenta el consolidado de la composición vehicular registrada en los levantamientos por día, en un periodo de 12 horas diurnas.

Tabla 7: Comportamiento del tránsito semanal según su clasificación

TIPO DE VEHÍCULO	VOLUMEN 12 HORAS DIURNAS						
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
Moto	122	84	98	103	93	107	90
Autos	42	54	48	50	37	39	33
Jeep	40	32	42	43	78	47	38
Camionetas Pick UP	105	110	114	123	128	109	78
Mbus	6	11	6	2	10	13	4
MB >15 P	8	7	14	11	9	11	11
Bus	8	8	8	8	8	8	0
C2 Liv	30	21	25	23	14	13	6
C2 > 5 ton	36	21	18	24	19	21	5
C3	12	13	10	7	5	6	0
V.A	7	3	6	3	4	2	1
Total	386	364	389	397	405	376	266

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

En anexos grafico 12-18 pág. XXXVIII- XLI, se presentan los resultados de la composición vehicular por día, para el transito diurno semanal.

Una vez realizado los gráficos tanto del comportamiento del tránsito, así como su composición, en base a los datos recolectados del trabajo de campo, se realizó un consolidado en el Software Microsoft Exel para proceder a calcular el tráfico promedio diario semanal / 12 horas Diurnas.

En la **Tabla-8 pág. 21**, se muestran los conteos del aforo de tránsito, composición vehicular, porcentajes, así como el promedio del período de evaluación en consolidado para ambos sentidos del tramo en estudio.

3.4.2 Determinación del Tránsito Promedio Diurno Semanal (TPDiS)

Para obtener resultados adecuados, se contó y clasificó el cien por ciento de los vehículos que circularon en ambas direcciones de la estación de conteo y clasificación vehicular.

Para obtener el Tránsito Promedio Diurno Semanal (TPDiS) fue necesario aplicar la **ecuación 2**:

$$TPDiS = \frac{\text{Total Diurno}}{7 \text{ días}} \quad [2] \text{ Tomada de (Anuario de Aforos de Tráfico, 2020)}$$

Tabla 8: Tránsito Promedio Diurno (TPDiS) /ambos sentidos de la vía

Tipo de Veh.		vehículos de Pasajeros				vehículos de Carga					Equipo Pesado	Total
Días	Motos	Autos	Jeep	Cta.	Mbus	Mb> 15 p	BUS	Liv C2	C2	C3	V.A	
LUNES	101	50	38	105	6	8	8	26	25	12	7	386
MARTES	84	54	32	110	11	7	8	21	21	13	3	364
MIÉRCOLES	98	48	42	114	6	14	8	25	18	10	6	389
JUEVES	103	50	43	123	2	11	8	23	24	7	3	397
VIERNES	93	37	78	128	10	9	8	14	19	5	4	405
SÁBADO	107	39	47	109	13	11	8	13	21	6	2	376
DOMINGO	90	33	38	78	4	11	0	6	5	0	1	266
TOTAL-DIURNO	676	311	318	767	52	71	48	128	133	53	26	2583
TPDiS (Veh/12 hrs)	97.00	44.00	45.00	110.00	7.00	10.00	7.00	18.00	19.00	8.00	4.00	369.00
Porcentajes %	26.29%	11.92%	12.20%	29.81%	1.90%	2.71%	1.90%	4.88%	5.15%	2.17%	1.08%	100%
% Vehículos	% vehículos Livianos				% vehículos Pasajeros			% vehículos pesados				
	80.22%				6.50%			13.28%				100%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Conforme a los conteos volumétricos realizado en campo, el tránsito promedio diurno semanal resultado de TPDiS: 369 vpd.

La composición es de 80.22% vehículos livianos, 6.50% de pasajeros, 13.28% pesados.

3.4.3 Cálculo del TPDA

Utilizando la metodología del Anuario de Aforos de Tráfico del (MTI, 2020), se realizó el cálculo del TPDA, Tráfico Promedio Diario Anual, fue necesario usar factores de ajustes diarios, y de expansión, para expandir (TPDiS_{12 hrs} a TPDA).

La selección de los factores de ajustes diarios y de expansión, se basó en elegir una estación de conteo apropiada, que cumpliera con un perfil de flujo vehicular, similar al tramo de estudio, para ello se hizo uso de los vectores de correspondencia que indica la metodología (vector geográfico, volumen de tránsito vehicular (TPDA) y el porcentaje de tránsito vehicular). Ver a continuación

➤ Vector geográfico -R3

El vector geográfico para el tramo de estudio departamento de Jinotega (ubicación del proyecto), corresponde a la región central norte, vector R-3, por lo que se consideró utilizar una estación cerca al tramo o en la región central norte.

Tabla 9: Vector de Correspondencia Geográfico

Vector	Código	Nombre de Región	Departamentos
R1	PS	Pacífico Sur	Masaya, Granada, Carazo, Rivas
R2	PN	Pacífico Norte	León, Chinandega, Managua
R3	CN	Central Norte	Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales
R4	AS	Atlántico Sur	Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), Río San Juan
R5	AN	Atlántico Norte	Región Autónoma del Caribe Norte (RACN)



Fuente: Anuario de Tráfico 2020. MTI, pág. 15 pdf.

➤ **Vector volumen del tránsito**

El rango de volúmenes de TPDA en las estaciones cubiertas por el sistema varia desde menores de 300 hasta de 50,000 vehículos por día. (Anuario de Aforos de Tráfico, 2020)

V1- TPDA mayor de 5000	aplica para estaciones	EMC
➔ V2- TPDA de 300 a 5000	aplica para estaciones	ECD
V3- TPDA menores de 300	aplica para estaciones	ECS

En este estudio se consideró utilizar una estación de corta duración ECD, ya que, el Anuario de Tráfico de Aforos indica, que se deberá usar una estación de corta duración, cuando el vector volumen sea de 300 a 5000 vehículos por día / en este caso los conteos volumétricos obtenidos, no están por debajo de los 300 vehículos ni son mayores a 5000, por lo cual cumple.

➤ **Porcentaje de vehículos**

El porcentaje de vehículos de cada estación varia en dependencia del sitio y en función de la vía. (Anuario de Aforos de Tráfico, 2020)

La definición de categorías para este vector es dada por el porcentaje de vehículos de carga dentro del volumen total. Las categorías son definidas:

- C1- >35% de vehículos pesados en el volumen total**
- C1- entre 25% y 35% de vehículos pesados en el volumen total**
- ➔ **C1- <35% del volumen total**

El volumen de vehículos pesados, en los conteos volumétricos de este estudio, corresponde a menos del 35% del volumen total.

En base a la definición de los vectores y sus rangos se seleccionó la estación de corta duración **ECD-112- Emp. Yalagüina- Somoto**, la cual cumple con un perfil de flujo vehicular similar a la del tramo en estudio. **(Ver Tabla-10 pág. 24),**

Tabla 10: Registro de la estación seleccionada ECD-112 Emp. Yalagüina- Somoto y porcentajes del tramo en estudio

19

NIC-1

112

ECD

Emp. Yalagüina - Somoto

DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION

DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL

OFICINA DE DIAGNOSTICO, EVALUACION DE PAVIMENTOS Y PUENTES

ANUARIO DE AFOROS DE TRAFICO

AÑO 2020



2017	828	688	113	710	33	12	96	196	63	7		99	1	1			1	2.848	
2015	707	870	145	741	52	7	91	144	145	12		167					2	3.083	
2012	634	787	211	656	13	1	94	159	117	12		64			1			2.749	
2010	364	530	128	475	8	1	76	126	73	11		75					2	1.869	
2008	391	641	137	550	5	4	86	119	98	18		119			1		4	2.173	
2005	176	333	106	474	17	1	109	105	92	24		139						1.575	
2003	108	190	132	436	10		92	107	114	9		136			0	0	1	1.335	
2002	109	137	90	389	6	2	84	91	95	22		68			0			1.095	
2001	130	102	132	485	10		82	75	76	25	6	27						1.149	
2000	83	92	115	405	4		74	71	93	11		42					3	992	
1998	59	80	93	336	2	7	61	38	84	101	1	45				2	1	910	
1997	50	62	70	236	7	8	53	35	72	13		25					1	632	
1996	58	63	63	344	4	12	47	33	74	2		13			1	2		10	726
2020	902	750	123	774	36	13	105	214	69	8		108	1	1			1	3.104	
Liv.		2549			Pasaj.		154			Pesado		401							
		82%					5%					13%							

Estacion: Monte Cristo - Comunidad Pizotales Est: (0+000)

Días

Motos

Autos

Jeep

Cta

Mbus

Mb> 15 P

Bus

Liv C2

C2

C3

T3-S2

V.A.

E.P

TOTAL

Lunes

101

50

38

105

6

8

8

26

25

12

0

7

386

Martes

84

54

32

110

11

7

8

21

21

13

0

3

364

Miércoles

98

48

42

114

6

14

8

25

18

10

0

6

389

Jueves

103

50

43

123

2

11

8

23

24

7

0

3

397

Viernes

93

37

78

128

10

9

8

14

19

5

0

4

405

Sábado

107

39

47

109

13

11

8

13

21

6

0

2

376

Domingo

90

33

38

78

4

11

0

6

5

0

0

1

266

Total

676

311

318

767

52

71

48

128

133

53

0

26

2583

TPDS(Vehículos/12 hrs)

97.00

44.00

45.00

110.00

7.00

10.00

7.00

18.00

19.00

8.00

0.00

4.00

369.00

Porcentajes %

26.29%

11.92%

12.20%

29.81%

1.90%

2.71%

1.90%

4.88%

5.15%

2.17%

0.00%

1.08%

80.22%

6.50%

13.28%

100.00%

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2020, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) Pág. 103.

Esta a su vez está bajo la dependencia de la estación de mayor cobertura **EMC-200 Entrada al INCAE-EI Crucero**. Ver tabla-11.

Tabla 11: Dependencia de estaciones (estación Sébaco –Epm. San Isidro)

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
200 Entrada al INCAE - EI Crucero Posee 11 ECD	NIC-1	108	ECD	Emp. San Isidro - La Trinidad
	NIC-1	112	ECD	Emp. Yalagüina - Somoto
	NIC-2B	215	ECD	Hotel Nejapa - Km.10 1/2 Carretera Sur (Ida)
	NIC-2	209	ECD	Km. 10 1/2 Carretera Sur - Entrada al INCAE
	NIC-2	202	ECD	El Crucero - Cuatro Esquinas
	NIC-2	203	ECD	Cuatro Esquinas - Diriamba
	NIC-2	204	ECD	Diriamba - Jinotepe
	NIC-4	404	ECD	Granada - Emp. Guanacaste
	NIC-4B	433	ECD	Rtda.Coyotepe - Rtda. Tisma - Rtda. Las Flores
	NIC-8	801	ECD	Emp. Las Conchitas - El Salto
	NIC-8	802	ECD	El Salto - San Rafael del Sur

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico, MTI (Año 2020) pág. 42, pdf.

Los factores de ajustes necesarios para el cálculo del TPDA, se aplican para estaciones de corta duración o conteo sumario (ECD o ECS), que se encuentran bajo la dependencia de una estación de mayor cobertura (EMC-200). Los factores de ajustes cuentan con factores diferentes para cada cuatrimestre del año. **Ver Anexos, Tabla 120), págs. XLV**

Los factores de ajuste utilizados en este estudio, para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), son los del primer cuatrimestre del año (enero-abril), ya que, los conteos de aforo vehicular se realizaron en el mes de enero-2020.

Tabla 12:Factores /1er cuatrimestre del año (EMC-200) Entrada al INCAE-EI Crucero

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril											
Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	V.A
Factor Día →	1,25	1,26	1,21	1,21	1,24	1,12	1,17	1,24	1,26	1,44	1,00
Factor Semana	0,96	0,96	0,99	0,96	0,94	0,88	0,93	0,89	0,87	0,85	1,00
Factor Fin de Semana	1,11	1,12	1,02	1,13	1,19	1,51	1,25	1,43	1,63	1,79	1,00
Factor Expansión a TPDA ▶	0,98	1,19	1,20	1,12	1,25	1,06	1,04	1,02	1,05	0,87	1,00

Fuente: Anuario de Tráfico 2020. MTI pág. 332, pdf.

Considerando que el conteo vehicular fue de una semana (7) días. Para calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se utilizó la **ecuación 3**:

$$\text{TPDA} = \text{TPDiS}_{12\text{H}} * \text{FD} * \text{FE} \quad [3] \quad \text{Tomada de (Anuario de Aforos de Tráfico, 2020)}$$

Dónde:

TPDiS₁₂: Tráfico Promedio Diurno Semanal de 12 horas.

FD: Factor Día.

a: (Corresponde a expandir el tránsito diurno de 12 horas a 24 horas).

FE: Factor Expansión (Expansión a TPDA).

b: (Es el factor para expandir el tránsito diario semanal al promedio diario anual (TPDA) por tipo de vehículo).

Ver cálculo a continuación

Tabla 13: Cálculo del TPDA, aplicando factores de ajuste (FD, FE)

Estación: (0+000) Inicio Del Tramo/ Ambos Sentidos												
Tipo de Vehículo	Pesados de Pasajeros								Pesados de Carga		Equipo P	Total
	Moto	Auto	Jeep	Cta.	Mbus	Mb> 15 P	BUS	Liv C2	C2	C3	V.A	
TPDi_{12HRS}	97	44	45	110	7	10	7	18	19	8	4	369
FD	1.25	1.26	1.21	1.21	1.24	1.12	1.17	1.24	1.26	1.44	1.00	
FE	0.98	1.19	1.20	1.12	1.25	1.06	1.04	1.02	1.05	0.87	1.00	
TPDA VERANO	119	66	66	150	11	12	9	23	26	11	4.00	497
%TPDA	23.9%	13.28%	13.28%	30.18%	2.21%	2.41%	1.81%	4.63%	5.23%	2.21%	0.8%	100%
% TPDA Vehículos Livianos						87.12%						
%TPDA Vehículos Pesados						12.07%						
%TPDA Vehículos de Carga						0.80%						
TOTAL						100%						

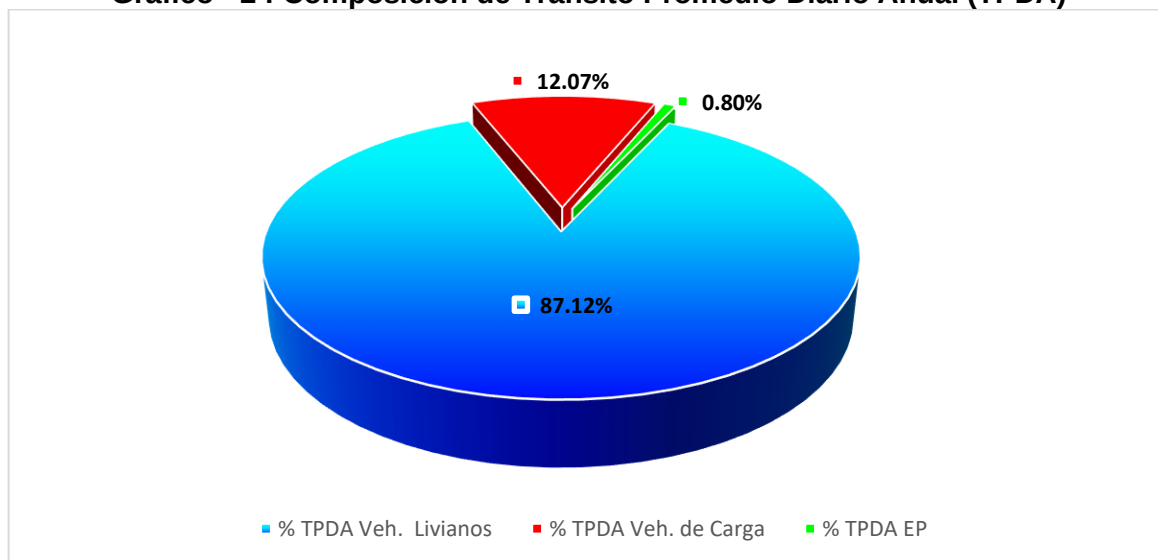
Fuente: Elaborado por Sustentantes/ Datos levantamiento de campo

El cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), dio como resultado un valor de: **497 vpd** (vehículos por día), se considera que es un tránsito bajo, ya que, está por debajo de los 500 vehículos. La (SIECA 2011), indica que si su TPDA está entre 100-500 vpd, su clasificación funcional pertenece a una **Local Rural ver Tabla-20, pág. 34**. Estas vías se caracterizan por ser adyacentes a la red colectora (NIC-35D), comunica con comunidades y terrenos aledaños, así mismo mueve el tránsito que se origina en zonas agrícolas y ganaderías importantes puertos o embarcaderos. Su TPDA está acorde a su clasificación funcional según el (Estudio de plan Nacional de Transporte de Nicaragua, 2001),

3.4.4 Composición vehicular del TPDA

A partir de los resultados obtenidos, se generó el **grafico-2** en el cual, se puede observar y entender el volumen que transita en el tramo en estudio. conformado de la siguiente manera: **87.12%** corresponden a vehículos livianos, **12.07%** vehículos de carga y **0.80%** vehículos agrícolas, obteniendo así un porcentaje de tráfico vehicular total de 100%,

Gráfico - 2 : Composición de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)



Fuente: Elaborado por Sustentantes (Datos levantamiento de campo).

3.5 Determinación de las tasas de crecimiento

Para determinar las tasas de crecimiento se utilizó la metodología del anuario de aforos del Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, pág. 23, donde se indica la ecuación a utilizar para la determinación de las tasas de crecimiento, en la cual se consideran los registros históricos del TPDA de la estación seleccionada con el fin de ponderar o hacer pesar más el resultado final, también se incorporaron los registros del Producto Interno Bruto (PIB), población (POB) y consumo de combustible (COMB). Se considero utilizar registros de la ECD-112 de los últimos 13 años (2008-2020). **(Ver Anexos, Tabla-121, pág. XLVI), (Ver Anexos, Tabla-122, pág. XLVII)**

Tabla 14: Registros históricos del TPDA-ECD112, PIB, y POB

AÑO	TPDA ECD 112	PIB (Miles \$)	POB (Miles de hab)	COMB(Mile de Barilles)
2008	2173	8497	5669	4859
2009	-	8299	5742	4935
2010	1869	8759	5816	5143
2011	-	9774	5997	5388
2012	2749	10533	6071	5616
2013	-	10983	6134	5929
2014	-	11880	6198	6127
2015	3083	12757	6263	6814
2016	-	13286	6328	7288
2017	2848	13786	6394	7596
2018	-	13025	6460	7060
2019	-	12699	6528	7267
2020	3104	12678	6596	7210




Fuente: Anuario de Estadísticas Macroeconómicas pág. 8 y Anuario de Aforos de Tráfico MTI-2020 pág. 103 pdf.

3.5.1 Tasas de crecimiento

La tasa de crecimiento vehicular varía dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de estas se realiza a partir de series históricas de tránsito, en base a estudios anteriores del tramo o que están cercanas al tramo en estudio. Para el presente proyecto se utilizaron los datos históricos del tránsito promedio diario anual “TPDA” de la Estación N°112 (ECD Emp–Yalagüina- Somoto).

Los registros de la ECD-112 fueron obtenidos del anuario de aforos de tráfico 2020.

Las tasas de crecimiento interanual de cada año se calcularon aplicando la ecuación-4 Ver a continuación

metodología del (Anuario de Tráfico 2020 Pág. 22)

$$TC = \left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_o} \right)^{1/n} \right] - 1 \quad [4]$$

Dónde:

TC: Tasa de crecimiento.

TPDA_i: Tráfico Promedio Diario Actual

TPDA_o: Año anterior.

n= La diferencia de años.

A continuación, se presenta la evolución del TPDA de la estación ECD-112, así como las diferentes tasas interanuales en los diferentes años del 2008- 2020.

Tabla 15: Evolución TPDA de la estación ECD 112 Emp. Yalagüina- Somoto

AÑO	TPDA ECD-112	Diferencia de Años	Ecuación-4		TCA
2008	2173				
2009	-	2	0.860	0.927	-7.26%
2010	1869				
2011	-	2	1.471	1.213	21.28%
2012	2749				
2013	-				
2014	-				
2015	3083	3	1.121	1.039	3.90%
2016	-				
2017	2848	2	0.924	0.961	-3.89%
2018	-				
2019	-				
2020	3104	3	1.090	1.029	2.91%
Promedio	2,638 vpd	TC promedio 			TC: 3.40%

Fuente: Anuario de Aforos de Tráfico 2020, MTI- DAV pag. 103 pdf.

Para la estimación de la tasa promedio de los últimos 13 años no se consideró las tasas negativas ni los valores positivos mayores al 8% por ciento, ya que, en los registros de dicha estación no se encuentran tasas tan elevadas o bajas. El TPDA promedio de la estación Emp Yalagüina- Somoto, resultó de **2,638** vehículos y su tasa promedio en los últimos 13 años (2008-2020) corresponde a **3.40%**.

3.5.2 Evolución del producto interno bruto (PIB)

Utilizando el informe anual del Banco Central de Nicaragua (BCN), se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del producto interno bruto (PIB), de los últimos 13 años, donde se refleja el comportamiento histórico, desde el año 2008 al año 2020. Se procede a calcular las diferentes tasas interanuales para cada uno de los años Ver Tabla a continuación

Tabla 16: Tasas de crecimiento anuales para PIB (2008-2020)

AÑO	PIB (Miles \$)	Diferencia de Años	Ecuación-4		Tasa de Crecimiento Anual (PIB)
2008	8497				
2009	8299	1	0.977	0.977	-2.33%
2010	8759	1	1.055	1.055	5.54%
2011	9774	1	1.116	1.116	11.59%
2012	10533	1	1.078	1.078	7.77%
2013	10983	1	1.043	1.043	4.27%
2014	11880	1	1.082	1.082	8.17%
2015	12757	1	1.074	1.074	7.38%
2016	13286	1	1.041	1.041	4.15%
2017	13786	1	1.038	1.038	3.76%
2018	13025	1	0.945	0.945	-5.52%
2019	12699	1	0.975	0.975	-2.50%
2020	12678	1	0.998	0.998	-0.17%
Promedio	11,304 millones \$	TC PROMEDIO 			TC: 5.48%

Fuente: Anuario de Estadísticas Macroeconómicas pág. 8 pdf y Anuario de Aforos de Tráfico MTI-2020 pág. 103 pdf.

En los registros del producto interno bruto PIB de la Tabla: 16, se observan valores consecutivos a lo largo de los años (2008-2020), donde se aprecian crecimiento moderados en relación con los años (2012-2017). En cambio, los años 2018-2020 se presenta tasas interanuales con valores negativos.

Por lo tanto, para la estimación de una tasa de crecimiento promedio, se tomaron en cuenta únicamente seis (6) valores desechando las tasas negativas y positivos mayores al 8%, ya que, los crecimientos históricos del producto interno bruto PIB en el país no han sido mayores a este. El PIB promedio de los últimos 13 años corresponde a **\$ 11,304** Millones de dólares, con una tasa de crecimiento promedio de **5.48%**.

3.5.3 Evolución de los registros de población (POB)

Partiendo de la información del Banco Central de Nicaragua, se elaboró una tabla con los datos históricos existentes de población (POB) de los últimos 13 años, donde se aprecia el comportamiento histórico, desde el año 2008 al año 2020.

Tabla 17: Datos ECD-111 y tasas de crecimiento anuales para población

AÑO	POB (Miles/Hab)	Diferencia de Años	Ecuación-4		Tasa de Crecimiento Anual (POB)
2008	5669				
2009	5742	1	1.01	1.01	1.01
2010	5816	1	1.01	1.01	1.01
2011	5997	1	1.03	1.03	1.03
2012	6071	1	1.01	1.01	1.01
2013	6134	1	1.01	1.01	1.01
2014	6198	1	1.01	1.01	1.01
2015	6263	1	1.01	1.01	1.01
2016	6328	1	1.01	1.01	1.01
2017	6394	1	1.01	1.01	1.01
2018	6460	1	1.01	1.01	1.01
2019	6528	1	1.01	1.01	1.01
2020	6596	1	1.01	1.01	1.01
Promedio	6,169 miles/Hab	Promedio TCPOB 			1.27%

Fuente: BCN Informe Anual 2022 pág. 7 y Anuario de Tráfico MTI-2020 pág. 103.

En la estimación de la tasa de crecimiento del POB promedio se utilizaron doce (12) valores, ya que, sus registros mantuvieron porcentajes estables con poca variación a lo largo de su periodo 2008-2020. Por lo tanto, el POB promedio resultó de **6,169** habitantes y su tasa de crecimiento promedio de **1.27%**. Una vez calculadas las tasas de crecimientos, se realizó un consolidado para seleccionar la tasa más adecuada.

3.5.4 Evolución de los registros históricos de combustible (COMB)

En base al Anuario de Estadísticas Macroeconómicas 2022, se elaboró una tabla con los registros históricos existentes del consumo combustible (COMB) de los últimos 13 años, donde se aprecia el comportamiento de su crecimiento, desde el año 2008 al año 2020. Ver tabla-19, pág. 30 y **(Ver Anexos Tabla-122, pág. XLVII)**

Tabla 18: Tasas de crecimiento anuales del consumo de combustible (COMB)

AÑO	POB (Miles/hab)	Diferencia de Años	Ecuación-4		Tasa de Crecimiento Anual (POB)
2008	4859				
2009	4935	1	1.016	1.016	1.57%
2010	5143	1	1.042	1.042	4.21%
2011	5388	1	1.048	1.048	4.76%
2012	5616	1	1.042	1.042	4.23%
2013	5929	1	1.056	1.056	5.58%
2014	6127	1	1.033	1.033	3.33%
2015	6814	1	1.112	1.112	11.21%
2016	7288	1	1.070	1.070	6.95%
2017	7596	1	1.042	1.042	4.24%
2018	7060	1	0.929	0.929	-7.06%
2019	7267	1	1.029	1.029	2.93%
2020	7210	1	0.992	0.992	-0.78%
Promedio	6,249	Promedio TC COMB 			4.20%

Fuente: Anuario de estadísticas macroeconómicas del BCN 2022 pág. 35 pdf.

Se tomaron en cuenta los valores seleccionados nueve (9), para estimar la tasa de crecimiento del consumo de combustible (COMB), considerando solo los valores positivos menores al 8%. Por lo tanto, el COMB promedio corresponde a 6,249 Miles de barriles, con una tasa de crecimiento promedio de 4.20%.

3.5.5 Consolidado de las tasas de crecimiento

Consolidado de las tasas de crecimientos calculadas (TPDA ECD-112, PIB, POB y COMB)

Tabla 19: Tasas de crecimiento

TCTPDA	3.40%	TC Promedio	3.59%
TCPIB	5.48%		
TCPOB	1.27%		
TC COMB	4.20%		

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Se obtuvieron cuatro (4) tasas de crecimiento, a las cuales se les realizó un promedio obteniendo una **TC promedio: 3.59 %**

Considerando las variables macroeconómicas del país y el crecimiento del parque vehicular se decidió realizar un promedio de estas, obteniendo una tasa de **3.59%**, la cual se considera aceptable. actualmente el producto interno bruto (PIB) de los últimos 12 años corresponde a 3.55%. puede verificarse en **el Anexo, Tabla 123, Pág. XLVIII.** según el Anuario del Banco Central de Nicaragua BCN 2020.

3.6 Determinación del tránsito de diseño

El tránsito de Diseño (TD), determina la cantidad de vehículos que circularán en una vía, para obtener un acumulado de vehículos y proyectar su vida útil. De manera general el Tránsito de diseño a emplear para fines de este proyecto está dada por la ecuación:

(Apuntes brindados por Msc. Ing. Heberto Hernández, 2011)

$$TD = TPDA * FC * FD * fc * 365 \quad [5]$$

Donde:

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual.

FC: Factor Crecimiento.

FD: Factor Dirección.

Fc: Factor Carril

365: Días del año.

3.6.1 Período de diseño (PD)

Es la cantidad de años para la cual será diseñada la estructura de pavimento, varía dependiendo del tipo de clasificación de la vía. En este estudio el tramo tiene una clasificación funcional **Local Rural** (LR), definido por su TPDA de: **497 vpd**, y número de carriles (2), por lo cual cumple. El periodo de diseño para esta vía oscila entre 15-20 años, considerando que es un TPDA bajo, se escogió un periodo de diseño **n=20 años. (Ver Tabla 20 y 21, pág. 34)**

Tabla 20: clasificación funcional de la vía

función	clase de carretera	abrev.	TPDA	no. de carriles
Arteria principal	Autopista	AA	> 20,000	6-8
	Arteria Rural	AR	10,000-20,000	4-6
	Arteria Urbana	AU	10,000-20,000	4-6
Arteria menor	Arteria Menor Rural	AMR	3,000-10,000	2
	Arteria Menor Urbana	AMU	3,000-10,000	2
Colectora mayor	Colectora Mayor Rural	CMR	10,000-20,000	4-6
	Colectora Mayor Urbana	CMU	10,000-20,000	4-6
Colectora menor	Colectora Menor Rural	CR	500-3,000	2
	Colectora Menor Urbana	CU	500-3,000	2
Local	Local Rural	LR	100-500	2
	Local Urbana	LU	100-500	2
	Rural	R	<100	1-2

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2011 pág. 33).

Tabla 21: Período de diseño (N)

Tipo de carretera	Período de diseño (años)
Autopista Regional	20 – 40
Troncales Sub-Urbanas	15 – 30
Troncales Rurales	15 – 30
Colectoras Sub-Urbanas	10 – 20
Colectoras Rurales	10 – 20 (20 años)

Fuente: Manual Centroamericano para el Diseño de pavimentos, SIECA 2002.

3.6.2 Factor de Crecimiento (FC)

Este se obtiene a partir del periodo de diseño y está en dependencia del grado de importancia de la vía, y la tasa anual de crecimiento del tránsito. (Apuntes brindados por Msc. Ing. Heberto Hernández, 2011). Aplicando la siguiente **Ecuación N°6:**

$$F_c = \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \quad [6]$$

Dónde:

F_c: Factor de crecimiento.

i: tasa de crecimiento anual.

n: Periodo de diseño.

Tabla 22: Calculo del factor de crecimiento

$F_c = \left(\frac{(1 + 0.0359)^{20} - 1}{0.0359} \right) =$	28.54
Valores: i= 3.59 % n= 20 años	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

3.6.3 Factor distribución por dirección (Fd)

En general es 0.5, es decir que, del total del flujo vehicular censado, la mitad va por cada dirección, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, lo que debería deducirse del censo de tránsito. En este estudio se asumió un factor de distribución por carril de **0.5**. ya que, no hay una mina, un puerto o fabrica cerca que pueda alterar dicho valor. **Ver tabla 23**

Tabla 23: Factor de distribución por dirección (Fd)

Número de carriles en ambas direcciones	Fd %
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Manual Centroamericano para el Diseño de pavimentos, SIECA 2002.

3.6.4 Factor distribución por carril (fc)

El carril de diseño es aquel que recibe el mayor número de ESAL, para un camino de dos carriles, cualquiera puede ser el carril de diseño, ya que, el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en ese carril. En este caso LD = 1. Para caminos multicarril, el carril de diseño es el más externo, dado que los camiones y, por lo tanto, la mayor parte de los ESAL, usan ese carril. En este caso LD puede variar entre 1 y 0.5 de acuerdo con esta tabla:

Tabla 24: Factor de distribución por carril (Fc)

Número de carriles en una sola dirección	Fc'
1	1.00
2	0.80 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

Fuente: Manual Centroamericano para el Diseño de pavimentos, SIECA 2002.

Se eligió el valor de **Fc' = 1.00** puesto que la vía posee un solo carril para un sentido direccional. En base a los datos anteriormente definidos se realizó la determinación del Tránsito de Diseño (TD) por carril, para cada eje y tipo de vehículos aplicando la **Ecuación N°5 de la pág. 33**, tal como se muestra en la **Tabla -25, Pag 36**:

Tabla 25: Tránsito por carril de diseño

N° CARRILES (1) DIRECCIÓN		FACTOR DIRECCIÓN 0.5			FACTOR DISTRIBUCIÓN 1.0		
Tipo de vehículos		Tránsito Actual (2022)	F.C.	Factor de Dirección (FD)	Factor por carril (Fc)	Días del año	Tránsito para el carril de diseño
Autos		44	28.54	0.50	1.00	365	343,765.0
Jeep		45	28.54	0.50	1.00	365	343,765.0
Camionetas		110	28.54	0.50	1.00	365	781,283.0
McBus<15 pas		7	28.54	0.50	1.00	365	57,295.0
MnBus 15-30 pas		10	28.54	0.50	1.00	365	62,503.0
Bus		7	28.54	0.50	1.00	365	46,877.0
C2 liv		18	28.54	0.50	1.00	365	119,797.0
C2 5 +ton		19	28.54	0.50	1.00	365	135,423.0
C3		8	28.54	0.50	1.00	365	57,295.0
V.A		4	28.54	0.50	1.00	365	20,835.0
TRÁNSITO POR CARRIL DE DISEÑO							1,968,838.0 veh en 20 años

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Los resultados de la **Tabla -25** **pág. 36**, para el tramo en estudio, utilizando un factor de crecimiento de **28.54**, con un periodo de diseño de **20** años en base a la clasificación funcional de la vía, da como resultado un tránsito por carril de diseño de **1,968,838.0** vehículos.

3.6.5 El índice de serviciabilidad inicial (P_o)

Es función del diseño de pavimentos y del grado de calidad durante la construcción. El valor establecido en el Experimento Vial de la AASHTO-93 para los pavimentos flexible fue de 4.2 según el manual Centroamericano para el Diseño de Pavimento SIECA (Sistema de Integración Económica Centroamericana Capítulo 3 Pág. 4). En el diseño de la estructura de pavimento articulado del tramo Comunidad Monte Cristo- Pizotales se trabajó con un valor de **$P_o=4.2$** .

3.6.6 El índice de serviciabilidad final (P_t)

Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario el tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, y generalmente varía con la importancia o clasificación funcional de la vía:

$P_t= 2.5$ o más para caminos muy importantes

$P_t= 2.0$ para caminos de menor tránsito

En este estudio se trabajó con el valor de **$P_t=2.0$**

3.6.7 Número estructural asumido (SN)

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido. Para calcular el ESAL o W18 (cantidad de repeticiones esperadas de un eje de carga equivalente de 18,000 libras o 18 kips, se debe de asumir un valor inicial de SN . En función de la importancia de la vía se utilizó un número estructural **$SN=5$** , el cual soportara el nivel de carga exigido en el proyecto.

La carga estándar es de 18 Kips equivalente a 8.2 Ton tal y como se muestra en siguiente Imagen:

Imagen-7: Conversión de 18 Kips a tonelada fuerza

KIPS a Tonelada fuerza

Convertir de KIPS a Tonelada fuerza. Escriba la cantidad que desea convertir y presione el botón convertir.

Pertenece en la categoría
Fuerza

18

convertir

De KIPS (kip) A Tonelada fuerza (tnf)

18 KIPS = 8.1647 Tonelada fuerza

Fuente: Convertline.com

Para el cálculo del ESAL, el método considera los ejes equivalentes simples de 18 kips (8.2 Ton) acumulados durante el período de diseño.

3.6.8 Factor de equivalencia (FESAL)

La conversión del tránsito a un número de ESAL de 18 kips (Equivalent Single Axle Load) se realiza utilizando **Factores equivalentes de carga LEF (Load Equivalent Factor)**. Estos factores fueron determinados por la AASHTO en sus tramos de prueba, donde pavimentos similares se sometieron a diferentes configuraciones de ejes y cargas, para analizar el daño producido y la relación existente entre estas configuraciones y cargas a través del daño que producen.

Los factores equivalentes de carga de este proyecto se interpolaron conociendo la serviciabilidad final ($P_t=2.0$) y un número estructural asumido ($SN=5$), los pesos de las tablas están dados en kips en números pares, **(Ver Anexos, Tablas: 126 y 127), págs. L y LI)**. Sin embargo, la mayoría de los factores para este estudio no son valores pares, por lo cual, se tuvieron que interpolar, ya que, no se encuentran representados. A continuación, se muestran dichos valores una vez ya conocidos los pesos por ejes en toneladas.

Se procede a interpolar los pesos por eje dados en Kips reflejados a continuación:

Tabla 26: Factores de ejes Kips a interpolar

Tipo de vehículos	Peso x eje Kips	Tipo de Eje	Referencia
Autos/Jeep/Camioneta	2.2 kips	Sencillo	tabla 126 en Anexos págs. L
Camioneta/ McBus<15 pas	4.4 kips	Sencillo	
McBus<15 pas / C2 Liv/ MnBus 15-30 pas	8.8 kips	Sencillo	
MnBus 15-30 pas/ C2 Liv	17.60 kips	Sencillo	
Bus/C2/C3	11 kips	Sencillo	
V.A	9.9, 14.30 kips	Sencillo	tabla 127 en Anexos págs. LI
C3	36.30	Doble	

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Para realizar el cálculo de interpolación de los ejes simples, se utilizó la tabla 126 de factores de carga de ejes simples, mientras que para conocer los factores de carga de ejes dobles se utilizó la tabla 127 de ejes dobles o tándem, utilizando en ambos casos un SN=5 asumido para tránsitos bajos.

La fórmula de Interpolación Lineal es la siguiente:

$$y_x = y_0 + \frac{X-X_0}{X_1-X_0} (y_1 - y_0) \quad [7]$$

En las **Tablas 27, 28 y 29** se realizaron los cálculos de interpolación obteniendo los factores ESAL para cada peso por eje en KIPS por cada tipo de vehículo.

Tabla 27: Interpolación lineal (2.2 Kips, 4.4 Kips, 8.8 Kips)

EJE SIMPLE= 2.2 kips		EJE SIMPLE= 4.4 kips		EJE SIMPLE= 8.8 kips	
(kips)	SN=5	(kips)	SN=5	(kips)	SN=5
$X_0 = 2.0$	$Y_0 = 0.0002$	4.0	0.002	8.0	0.031
2.2	y_x	4.4	y_x	8.8	y_x
$X_1 = 4.0$	$Y_1 = 0.002$	6.0	0.009	10.0	0.079
FESAL 2.2 $y_x = 0.00038$		FESAL 4.4 $y_x = 0.0034$		FESAL 8.8 $y_x = 0.0502$	

Fuente: Elaborado por Sustentantes (Aplicando formula de interpolación lineal).

Tabla 28: Interpolación lineal (9.9 kips, 11 Kips, 14.30 kips)

EJE SIMPLE= 9.9 kips		EJE SIMPLE= 11 kips		EJE SIMPLE= 14.30 kips	
(kips)	SN=5	(kips)	SN=5	(kips)	SN=5
8.0	0.031	10.0	0.079	14	0.338
9.9	y_x	11.0	y_x	14.30	y_x
10.0	0.079	12.0	0.0174	16	0.603
FESAL 9.9 $y_x=0.0766$		FESAL 11 $y_x=0.1265$		FESAL 14.30 $y_x=0.378$	

Fuente: Elaborado por Sustentantes (Aplicando formula de interpolación lineal).

Tabla 29: Interpolación lineal (17.60 Kips, 36.30 Kips)

EJE SIMPLE= 17.60 kips		EJE DOBLE= 36.30 kips	
(kips)	SN=5	(kips)	SN=5
16.0	0.603	36.0	1.38
17.60	y_x	36.30	y_x
18.0	1.00	38.0	1.73
FESAL 17.60 $X = 0.9206$		FESAL 36.30 $X = 1.43$	

Fuente: Elaborado por Sustentantes (Aplicando formula de interpolación lineal).

Imagen-8: Ejemplo representativo del cálculo del valor: 36.30 kips

Factores equivalentes de cargas para ejes tándem Utilizando un SN =5

Carga/eje		SN				
(kip)	(kN)	1	2	3	4	5
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16

Valores tomados

(kips)	SN=5
X	Y
36	1.38
36.30	y_x
38	1.73



C-3

5 toneladas a kips
36.30 kips, Eje tándem

16.5 toneladas a kips
11 kips, Eje simple

Ecuación de interpolación

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

X0=	36	Y0=	1.38
X1=	38	Y1=	1.73

Peso X eje (kips)	Tipo de eje
36.30	doble

Yx=

1.433

Fuente: Elaborado por Sustentantes (Aplicando formula de interpolación lineal).

3.6.9 Cálculo de ejes equivalentes (ESAL o W18)

En el Método AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos del cálculo, se los transforma un número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 KN o 18 Kips, los cuales se les denomina “equivalent simple axial load” o ESAL.

Se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$\text{ESAL o W18} = \text{TD} * \text{FESAL} \quad [8]$$

Dónde:

TD: Tránsito de Diseño.

FESAL: Factor de Equivalencia de carga por eje.

Ya conocido los valores del Tránsito de Diseño (TD) por tipo de vehículo cuyos resultados se muestran en la **Tabla -25 de la pág. 36**. En donde el TPDA para motos no se tomó en cuenta, ya que, se considera que el daño causado por este tipo de vehículo es imperceptible.

El cálculo de los ejes equivalentes a 18 KIPS para cada vehículo se estimó en base al tránsito de diseño y los factores **FESAL** para cada eje, este último se determinó utilizando las tablas 120 y 121 pág. XLV, XLVI de Anexos, considerando una serviciabilidad final de $pt=2.0$ y un $SN=5$, para lo cual se debió conocer los pesos de cada eje en toneladas y luego pasarlo a Kips fue necesario utilizar la tabla de diagramas de carga permisibles para la conversión. **Ver Anexos, Tablas: 124-125, págs. XLIX**

Los valores de los factores de Equivalencia (FESAL), los cuales se tuvieron que interpolar fueron cinco (5) valores de FESAL para ejes Simples (2.2, 4.4, 8.8, 9.9, 11, 14.30, 17.60), y un (1) valor de FESAL para ejes Dobles (36.30). Solo el peso de **22 Kips** no se interpola ya que el FESAL (2.35), sí se muestra en el cuadro AASHTO– 93 apéndice D, para ejes Sencillos. El cálculo del **ESAL o W18** se muestra a continuación, en la **Tabla-30, Pág. 42:**

Tabla 30: Cálculo ESAL del carril de diseño

Tipo de vehículos	Peso X eje (Ton.met)	Peso X eje (Kips)	Tipo de eje	configuración	TPDA 2022	TD	Factor ESAL	ESAL de diseño
Autos	1.00	2.20	Simple		66	343,765.0	0.00038	131
	1.00	2.20	Simple				0.00038	131
Jeep	1.00	2.20	Simple		66	343,765.0	0.00038	131
	1.00	2.20	Simple				0.00038	131
Camionetas	1.00	2.20	Simple		150	781,283.0	0.00038	297
	2.00	4.40	Simple				0.0034	2656
McBus<15 pas	2.00	4.40	Simple		11	57,295.0	0.0034	195
	4.00	8.80	Simple				0.0502	2876
MnBus > 15 pas	4.00	8.80	Simple		12	62,503.0	0.0502	3138
	8.00	17.60	Simple				0.9206	57540
Bus	5.00	11.00	Simple		9	46,877.0	0.1265	5930
	10.00	22.00	Simple				2.3500	110161
C2 Liv	4.00	8.80	Simple		23	119,797.0	0.0502	6014
	8.00	17.60	Simple				0.9206	110285
C2 5 +ton	5.00	11.00	Simple		26	135,423.0	0.1265	17131
	10.00	22.00	Simple				2.35	318244
C3	5.00	11.00	Simple		11	57,295.0	0.1265	7248
	16.50	36.30	Doble				1.433	82075
V.A	4.50	9.90	Simple		4	20,835.0	0.0766	1596
	6.50	14.30	Simple				0.378	7876
TOTAL					378 de 497	TD=1,968,838.00		724,314.00
Ecuación Aplicada: ESAL o W18= TD x Factor ESAL Ec.8								

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Se tomó un TPDA de 378 vehículos por día, del total resultante que fue de 497 vehículos por día, ya que, las motos no se tomaron en cuenta por no ejercer una carga considerable al pavimento. El resultado del ESAL'S fue: **7.243E+05** repeticiones equivalentes a 18 Kips o 80 KN acumuladas en un periodo de diseño de 20 años, trabajando con una **P₀=4.2**, **P_t=2.0**, y un **SN=5**.



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO **IV**

ESTUDIO GEOTÉCNICO

2023

4.1 Metodología

Se analizó las investigaciones geotécnicas que comprenden de manera general, la línea o plataforma del camino existente, los posibles bancos o fuentes de materiales. Los ensayos de laboratorio de los suelos fueron realizados en colaboración con Alcaldía San Sebastián de Yalí con sustentantes de este estudio y la caracterización de sus propiedades físico mecánicas, realizadas por el laboratorio **IDISA** (INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A).

Básicamente con el objetivo planteado en este capítulo permitió conocer la secuencia estratigráfica y características geotécnicas principales de los materiales que conforman la estructura actual del tramo: comunidad Monte Cristo - Pizotales (2.0 Kilómetros). Así como estudiar la disponibilidad de fuentes de materiales para el diseño y construcción de una nueva estructura de pavimento o carretera que permita promover e incrementar el desarrollo económico, agrícola, agropecuario y turístico de la zona del proyecto.

Para poder desarrollar el capítulo se realizaron las siguientes actividades:

- Se analizaron 11 sondeos manuales y 24 muestras que se tomaron en la vía, así como su distribución (200 metros) y profundidad (1.50 metros).
- Se evaluaron las propiedades físico-mecánicas de la capa de rodamiento y suelo natural (subrasante), acorde a los requerimientos mínimos de la NIC-2019.
- Se analizó los resultados de laboratorio de las muestras para los bancos de materiales, con el fin de conocer su clasificación AASHTO y evaluación de sus características, propiedades geotécnicas y/o uso potencial en la estructura de pavimento articulado.
- Utilizando el perfil estratigráfico del tramo en estudio, se definió la profundidad de la subrasante, la cual permitió estimar el CBR de diseño.

4.2 Situación actual del camino

La capa de rodamiento existente presenta un superficie rugosa o gravosa, ya que, producto del tráfico y probablemente la escorrentía de agua superficial ha ocasionado la erosión o pérdida de finos que reducen el confort y calidad del tráfico, pero que aún presenta condiciones aceptables según nuestras observaciones.

Los estratos varían de una (1), hasta tres capas de material, con una profundidad máxima de exploración que fue de 1.50 metros. Puntualmente en la estación 01+200 fue el único sondeo (Sm-07), donde no se profundizo hasta los 1.50 metros recomendados, ya que, se encontró material rocoso a partir de los 1.20 metros de profundidad.

Los espesores de estas capas se pueden ver en detalle en el Registro de campo que se incluyen en **Anexos, Tabla-129, pág. LIII**. Para la primera capa o superficial de revestimiento o rodadura, el espesor varía desde los 10 centímetros hasta los 150 centímetros máximos, pero en promedio es de 30 centímetros.

Debajo de la primera capa superficial, se encuentra otras capas de materiales con características y propiedades bastante parecidas a las de la primera capa. Estos corresponden generalmente a suelos gravo arenosos con limos o arcillas de poca a mediana plasticidad.

En la otra parte del camino y en mucha menor cantidad aparecen debajo de la capa o capas granulares, los materiales limo arcillosos que constituyen el terreno natural o subrasante del camino. Las características, propiedades físicas, mecánicas y/o geotécnicas de los materiales tanto de primera capa o revestimiento como de subrasante o suelo natural, fueron ampliamente descritas en **Anexos, Tabla-130-131, pág. LIV- LV**.

4.3 Ensayos de suelos en línea

Todos los ensayos se realizaron en conformidad a lo establecido en las Normas de la ASTM (Asociación Internacional para la Prueba de Materiales), y AASHTO, entre ellas: Humedad, Valor de Soporte (CBR), Granulometría, Límites de Atterberg (Limite líquido e índice plástico) y Densidad (Próctor), los cuales son los siguientes:

Tabla 31: Tipos de ensayos para estudio de suelos

ENSAYO	ESPECIFICACIÓN ASTM	ESPECIFICACIÓN AASHTO
Granulometría	D – 422	T – 2788
Límite Líquido	D – 423	T – 8990 y 9087
Índice de Plasticidad	D – 424	T – 9097
Ensayo Próctor Modificado	D – 1557 – 91	T – 180 – 90
Ensayo CBR.	D – 1883 – 73	T – 193 – 81
Ensayo CBR.	D1883	T – 193 – 81
Peso volumétrico seco suelto	C29	T-19
Peso volumétrico seco compacto	C29	T-19
Desgaste de los ángeles	C131	T-96
Intemperismo	C88	T-104

Fuente: AASHTO, Tercero Edición. Año 2003. Páginas 53-85.

Según los estudios de suelos brindados por la alcaldía municipal de San Sebastián de Yalí, se tomaron muestras representativas alternadas a uno y otro lado de la vía, a una distancia de 200 metros. Con una profundidad de hasta 1.50 metros, dicho procedimiento se inició en la estación **00+000** (inicio del tramo, comunidad Monte Cristo) hasta la estación **02+000** (fin del tramo, Comunidad Pizotales). Se efectuaron **11 sondeos** manuales, en estos sondeos se encontraron **24 muestras** alteradas representativas de cada estrato encontrado, marcando las profundidades respectivas.

Tabla 32: Sondeos de línea

Estación	Sondeos de línea	Profundidad	Muestras
Inicio 0+000- 2+000	11	1.50 m	24
ASTM-D420			

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

A continuación, en la Tabla: 33, pág. 46, se presenta la referenciación de cada uno de los sondeos manuales realizados en la línea.

Tabla 33: Referenciación de sondeo manuales

SONDEO MANUAL	PROFUNDIDAD (CM)		NO. DE MUESTRAS	ESTACIÓN	COORDENADAS	
					X	Y
Sm-1 (Inicio)	0	30	3	0+000	598,585.00	1,479,160.00
	30	45				
	45	150				
Sm-02	0	40	2	0+200	598,472.70	1,479,316.82
	40	150				
Sm-03	0	30	2	0+400	598,329.63	1,479,425.36
	60	150				
Sm-04	0	25	2	0+600	598,138.38	1,479,476.28
	25	150				
Sm-05	0	150	1	0+800	597,961.52	1,479,557.84
Sm-06	0	25	3	1+000	597,805.71	1,479,676.35
	25	40				
	40	150				
Sm-07	0	30	2	1+200	597,659.78	1,479,802.61
	30	120				
	120	-				
Sm-08	0	10	3	1+400	597,497.71	1,479,895.46
	10	45				
	45	150				
Sm-09	0	30	2	1+600	597,397.32	1,480,062.63
	30	150				
Sm-10	0	20	2	1+800	597,313.47	1,480,202.99
	20	150				
Sm-11(Final)	0	30	2	2+000	597,203.24	1,480,369.86
	30	150				
Sistema Coordenadas: UTM WGS-84. Inicio Est: 0+000: Comunidad Monte Cristo. Final: Est: 2+000 Comunidad Pizotales. Total, de muestras: 24.						

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA)

4.3.1 Descripción de ensayos de sondeos de línea

A continuación, se muestra el tipo de suelo para cada uno de los estratos del tramo en estudio, según los resultados de clasificación obtenidos en los sondeos manuales realizados por **IDISA** (INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A).

Estación 0+000 (Sm-01) hasta la Estación 0+600 (Sm-04):

En los primeros 600 metros del subtramo se recolectaron **9 muestras** repartidas en 4 sondeos manuales que va desde 0 a 1.50m. De estas cinco (5), pertenecen al primer estrato y cuatro (4) muestras, pertenecen a los estratos inferiores.

Primer estrato: se encontró un (1) tipo de suelo predominante **A-2-6(0)**, con índice de grupo cero, este suelo posee espesores que varían entre 0.25 a 0.45 metros.

Este suelo según la clasificación de la AASHTO como un suelo de regular calidad, posee un límite líquido de 31%, su índice de plasticidad de 13%.

Segundo y tercer estrato: En cuanto a los estratos situados por debajo de la superficie de rodamiento existente, se encontró dos (2) tipos de materiales, en la estación **0+000** se encontró un tipo de suelo **A-7-5 (9)**, con índice de grupo nueve, este suelo se encuentra a una profundidad de 0.45 metros, hasta los 1.50 m, está catalogado según la clasificación de la AASHTO como un suelo de deficiente calidad, presenta una descripción de material limo arena limosa color café, posee un límite líquido de 57%, su índice de plasticidad de 25%, su CBR al 95% próctor modificado es de 4%.

Desde la estación **0+200** hasta la estación **0+600** se encontró por debajo de la capa de rodamiento, un tipo de suelo **A-2-4(0)**, este se encuentra a una profundidad de 0.25- 1.50 metros, se describe como material grava pobremente gradada con arcilla y arena, este tipo de suelo según su clasificación AASHTO pertenece al grupo de suelo A-2, catalogado como un material de buena calidad, posee un límite líquido que varía de 28 a 36%, posee un índice de plasticidad que va desde 7 a 10%, su CBR al 95% próctor modificado varía desde 10 a 12%.

Estación 0+800 (Sm-05) hasta la estación 01+400 (Sm-08):

En los siguientes 800 metros del tramo se recolectaron **9 muestras** repartidas en 4 sondeos manuales. De estas cinco (5) muestras pertenecen al primer estrato y cuatro (4) muestras, pertenecen a los estratos inferiores.

Primer estrato: En la estación 0+800, se encontró de manera puntual un tipo de suelo **A-1-a (0)**, con índice de grupo cero, este tipo de suelo presenta una descripción de un material grava limosa con arena, catalogado según la clasificación de la AASHTO como un suelo de excelente a buena calidad, no posee límite líquido, tampoco índice de plasticidad, su CBR al 95% próctor modificado es de 48%.

Desde la Est: 1+000 ala 1+400 prevalece un tiempo de suelo **A-2-6(0)**, con índice de grupo cero, este suelo presenta espesores que van desde 0.10 a 0.45 metros, catalogado según la clasificación de la AASHTO como un suelo de regular calidad, se describe como material Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena.

Posee un límite líquido de 35%, y un índice de plasticidad 16%, de su CBR al 95% próctor modificado varía desde 12 a 19%.

Segundo y tercer estrato: se encontró cuatro (4) tipos de suelos A-1-a, (0) A-2-4(0), A-2-6(0) y A-2-7(0)), predominando el suelo tipo **A-2-7(0)**, este se encuentra a una profundidad que varía desde 0.25 metros a 1.50 metros, según la clasificación de la AASHTO catalogado como un suelo de deficiente calidad, su límite líquido va de 45 a 53% y su índice de plasticidad entre 21% y 28%, su CBR al 95% próctor modificado varía desde 12 a 18%.

Estación 01+600 (Sm-09) hasta la estación 02+00 (Sm-13):

En los últimos 600 metros del tramo se recolectaron seis (6) muestras repartidas en tres (3) sondeos manuales. De estas 3 muestras pertenecen al primer estrato y tres (3) muestras pertenecen a los estratos inferiores.

Primer estrato: se encontró tres (3) tipos de suelos (**A-2-6(0)**, **A-1-a (0)** y **A-2-4(0)**), este estrato presenta espesores que van desde 0.20 a 0.30 metros, el tipo de suelo **A-2-6(0)** con índice de grupo cero, presenta las mismas características descritas en los sondeos de las estaciones 1+000 ala 1+400. En cambio, el tipo de suelo **A-1-a (0)** con índice de grupo cero, según las AASHTO.

Pertenece al grupo de suelo A-1, es un suelo de excelente calidad, se encuentra a una profundidad desde los 0.0 a 0.20 m, este suelo no posee limite líquido ni índice de plasticidad, su CBR al 95% próctor modificado es de 58%.

Segundo estrato: se encontró dos (2) tipos de suelos (A-2-7(0) y A-1-a (0)), predominando el suelo tipo **A-2-7(0)** con índice de grupo cero, según la clasificación de la AASHTO catalogado como un suelo de mala calidad.

sus límites líquidos van desde 41 a 46%, poseen índices de plasticidad que van desde 20 a 22%, sus CBR al 95% próctor modificado es de 17%.

El tipo de suelo **A-1-a (0)** con índice de grupo cero, según las AASHTO pertenece al grupo de suelo A-1, es un suelo de excelente calidad, se encuentra a una profundidad desde los 0.20 m a 1.50 m, este suelo no posee limite liquido ni índice de plasticidad, su CBR al 95% próctor modificado es de 45%. **(Ver Anexos, Tabla-132, pág. LVI).**

4.3.2 Análisis de los resultados

En base a lo descrito anteriormente, predominan los suelos **A-2-4(0), A-2-7(0), A-2-6(0)**, y en menor cantidad los suelos del tipo **A-1-a (0)**. Se realizó un resumen de los suelos predominantes a lo largo de la vía. Ver Tabla a continuación

Tabla 34: Resumen de los suelos predominantes

Suelos	Grupo	Límites líquidos	Calidad
A-2-4(0), A-2-7(0), A-2-6(0)	A-2	Altos	De regular a deficiente
Menor cantidad			
A-1-a (0)	A-1	No posee	Excelente

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA)

Para detallar los tipos de suelos y su profundidad, en base al trabajo de campo y los resultados obtenidos, en los ensayos de laboratorio se realizó la secuencia estratigráfica del sitio en análisis. **(Ver Anexos, Gráficos 19-21, pág. LVII - LIX).**

4.3.3 Resultados de ensayos de bancos de materiales

Se localizaron y analizaron un total de dos **(2) fuentes** de materiales existentes y cercanos al tramo de estudio. Estas fuentes de materiales están formadas por gravas limo arcillosas, arenas con limos y grava. Las gravas por lo general son de alta resistencia y dureza, los finos son de poca a mediana Plasticidad

➤ Banco de préstamo N°1 (José Eleazar Montenegro)

El Banco No. 1 se localiza de la estación final 2+000, a 1.45 kilómetros al noreste, el propietario de este banco es el señor **José Eleazar Montenegro**.

El uso probable es para Terracería Mejorada y Rellenos/Estabilizado con cemento, uso: Base/ Subbase.

El banco de materiales se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS-84: Este (X): 598159.00, Norte (Y): 1,481,869.00. **(Ver Anexos, tabla 133, Pág. LX)**
Las dimensiones que posee este banco son 20.00 metros de altura, 40.00 metros de ancho y 70.00 metros de largo, para un volumen aproximado de **56,000 m³**, este banco se encuentra actualmente en uso.

➤ **Propiedades físico-mecánicas banco de préstamo N°1**

El material de este banco corresponde a una grava con limo arcilloso de baja Plasticidad y clasificación A-2-4 (0), color café claro y blanquecino. Posee 22% de límite Líquido, 9% de índice de plasticidad, y sus partículas pasan 100% el tamiz de 2", un 42% el tamiz No.4, y un 10% el tamiz No.200. El PVS máx. es de 1,990 kg/m³, su humedad optima de 12.6%, su PVSS es de 1,410 kg/m³, su PVSC es de 1537 kg/m³, posee un factor de abundamiento de 1.36%. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 39, 47 y 55%, respectivamente. **(Ver Tablas 134 Pág. LXI)**

El ensayo de Desgaste Los Ángeles dio un resultado de 29.5%, y el ensayo de Intemperismo Acelerado tuvo un valor de 6.2%, un hinchamiento de 0.205%. **(Ver Anexos (Ver Tablas 138 Pág. LXV), Tabla 135, Pág. LXII),**

➤ **Banco de préstamo N°2 (Exineo Rivera Castillo)**

El Banco No. 2 se localiza de la estación final 2+000, a 2.2 kilómetros al noreste, el propietario de este banco es el señor **Exineo Rivera Castillo**, el uso probable es para Terracería Mejorada y Rellenos/Estabilizado con cemento, uso: Base/ Subbase. El banco de materiales se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS-84: Este (X): 572,782.00, Norte (Y): 1,481,071.00. Las dimensiones que posee este banco son 22.00 metros de altura, 38.00 metros de ancho y 52.00 metros de largo, para un volumen aproximado de **43,472 m³**, este banco se encuentra actualmente en uso. **(Ver Anexos, tabla 133, Pág. LX)**

➤ **Propiedades físico-mecánicas banco de préstamo N°2**

El material de este banco corresponde a una Arena con limo y grava, color café y de clasificación AASHTO A-1-a (0) con índice de grupo cero. Este material no posee límite líquido y es un suelo no plástico, sus partículas pasan 100% el tamiz de 2", un 51% el tamiz No.4, y un 7% el tamiz No.200. El PVS máx. es de 1,935 kg/m³, su Humedad Optima de 13.8 %, su PVSS es de 1,378 kg/m³ su PVSC es de 1488 kg/m³, posee un factor de abundamiento de 1.40%. El resultado de ensayo de CBR en muestras saturadas y compactadas al 90, 95 y 100% Próctor Modificado, es de 54, 73 y 93%, respectivamente. **(Ver Anexos Tablas 136 Pág. LXIII)**

El ensayo de Desgaste Los Ángeles dio un resultado de 28%, y el ensayo de Intemperismo Acelerado tuvo un valor de 8.3%, un hinchamiento de 0.045%. **(Ver Anexos, Tabla 138, Pág. LXV), (Ver Tablas 137 Pág. LXIV)**

Tabla 35: Propiedades de los bancos de préstamo #1, #2

Propiedades Fisico Mecanica de los Bancos de Materiales Identificados										
BANCO N°	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Clasificación AASHTO		PVSS (kg/m³)	PVS Max (kg/m³)	PVSC (kg/m3)	Humedad %	Valor de CBR (%)		
		Grupo	IG					90%	95%	100%
N°1	Dueño del banco:	Jose Eleazar Montenegro								
	Grava con limo arcilloso y arena,color marron	A-2-4(0)	0	1410	1990	1537	12.6%	39	47	55
N°2	Arena con limo y grava, color café claro	Exineo Rivera Castillo								
	Dueño del banco:	A-1-a (0)	0	1378	1935	1488	13.8%	54	73	93
IG:Indice de Grupo m: metros km: Kilometros lzq: Izquierda Der:Derecha Pvss: Peso Volumetrico seco suelto Pvs Max: Peso Volumetrico seco Maximo Pvsc: Peso volumetrico seco compacto										

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA)

Tabla 36: Granulometría de los bancos de préstamo #1, #2

<u>Granulometria de Bancos de Materiales Identificados</u>														
BANCO N°	GRANULOMETRÍA DEAGREGADOS GRUESOS Y FINOS ASTM D-422, AASHTO T-88										AASHTO T89		% Factor de Abundamiento	CLASIFICACION AASHTO- M-145
	% QUE PASA POR TAMIZ										LL (%)	IP (%)		
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°200				
N°1	Dueño del banco:										Jose Eleazar Montenegro			
	100	100	90	74	51	48	42	27	18	10	22%	9%	1.36%	A-2-4 (o)
N°2	Dueño del banco:										Exineo Rivera Castillo			
	100	96	95	92	83	76	51	45	22	7	NP	NP	1.40%	A-1-a (o)
IG: Índice de Grupo m: metros km: Kilómetros lzq: Izquierda Der: Derecha Pvss: Peso Volumetrico seco suelto Pvs Max: Peso Volumetrico seco Maximo Pvsc: Peso volumetrico seco compacto														

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

4.3.4 Especificaciones para materiales (base-subbase) – NIC-2019

El material de la base debe de cumplir con los requisitos propuestos por las normas NIC-2019, a continuación, se detallan:

➤ Consideraciones para el material base

Esta es la capa que se encuentra ubicada por debajo de la carpeta de rodamiento, por lo que su ubicación muy cercana a la aplicación de las cargas requiere materiales de gran calidad y resistencia. Por lo tanto, deben de cumplir las normativas mínimas de la NIC-2019 que se muestran a continuación:

Tabla 37: Especificaciones de materiales para base granular

Propiedad	Especificación	Metodología
Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
Índice Plástico	0 máx. (NP)	AASHTO-90
CBR	80% min.	AASHTO-193
Desgaste De Los Ángeles	35% máx.	AASHTO-96
Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
Compactación	95% Próctor Modificado	AASHTO-191

Fuente: Especificaciones NIC-2019 Sección 1003. 8 (a y b, pág. 809).

➤ Consideraciones para el material subbase

Esta es la capa que se encuentra ubicada por debajo de la carpeta de rodamiento, por lo que su ubicación muy cercana a la aplicación de las cargas requiere materiales de gran calidad y resistencia. Por lo tanto, deben de cumplir las normativas mínimas de la NIC-2019 que se muestran a continuación:

Tabla 38: Especificaciones de materiales para subbase granular

Propiedad	Especificación	Metodología
Límite Líquido	25% máx.	AASHTO-89
Índice Plástico	6% máx.	AASHTO-90
CBR	30% min.	AASHTO-193
Desgaste de los Ángeles	40% máx.	AASHTO-96
Intemperismo Acelerado	12% máx.	AASHTO-104
Compactación	95% min del peso volumétrico seco máx.	AASHTO-191 Y/O T-238 (In Situ)

Fuente: Especificaciones NIC-2019 Sección 1003. 8 (a y b, pág. 809).

4.3.5 Evaluación del banco de préstamo N°1

Se procedió a realizar la evaluación para material base y subbase el banco de préstamo **N°1**, de acuerdo con sus propiedades físico-mecánicas posee un valor CBR del 47% se utilizó para hacer la comparativa con los requerimientos mínimos establecidos por la Nic-2019, los cuales debe cumplir un banco para poder utilizarse como base y subbase granular. **Ver tabla a continuación**

Tabla 39: Evaluación del banco de materiales N°1 / base y subbase

Sección 1003.8 (a, b) de NIC - 2019 requisitos que debe cumplir el agregado			
PRUEBA	REQUERIMIENTO MÍNIMO NIC- 2019	BANCO N° 1 (José Eleazar Montenegro)	
		RESULTADO	VALORACIÓN
Graduación (Base)	Cuadro 1003-6		No Cumple
Graduación (Subbase)	Cuadro 1003-6		Cumple
índice de plasticidad (Base)	Max 0%	9%	No cumple
índice de plasticidad (sub-Base)	Max 6%	9%	No cumple
Desgaste Los Ángeles (Base)	Máx. 35%	29.50%	Cumple
Desgaste Los Ángeles (Subbase)	Máx. 40%	29.50%	Cumple
Intemperismo acelerado	Máx. 12%	6.2	Cumple
Limite Liquido (Base, Subbase)	25 máx.	22%	Cumple
CBR al 95% de AASHTO Proctor modificado (AASHTO T-180) y 4 días de saturación (Subbase)	Min. 30%	47%	Cumple
Para BASE CBR al 95% de AASHTO Proctor modificado (AASHTO T-180) y 4 días de saturación (Base)	Min. 80%	47%	No Cumple
CUADRO 1003-6 DE NIC - 2019 REQUERIMIENTOS DE GRANULOMETRÍA			
TAMIZ (MM)	% QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES (BASE)	% QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES (SUBBASE)	BANCO N°1 (José Eleazar Montenegro)
			RESULTADO
75 (3")	100	100	100
4.75 (N°4)	47-59	40-60	42
0.075 (N°200)	4-8	0-12	10

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC-2019.

De acuerdo con la evaluación mostrada en la **tabla 39**, el material del **banco de préstamo N°1**, no puede ser utilizado como material base ni subbase, ya que, no cumple, con las especificaciones mínimas establecidas por la NIC-2019 de graduación, índice de plasticidad y CBR al 95% Proctor modificado, por lo cual se consideró estabilizar con cemento portland.

4.3.6 Evaluación del banco de préstamo N°2

Se procedió a realizar la evaluación para material base y subbase el banco de préstamo **N°2**, de acuerdo con sus propiedades físico-mecánicas posee un valor CBR del 73% se utilizó para hacer la comparativa con los requerimientos mínimos establecidos por la Nic-2019, los cuales debe cumplir un banco para poder utilizarse como base y subbase granular. **Ver tabla a continuación**

Tabla 40: evaluación del banco de materiales N°2 / base y subbase

Sección 1003.8 (a, b) de NIC - 2019 requisitos que debe cumplir el agregado			
PRUEBA	REQUERIMIENTO MÍNIMO NIC- 2019	BANCO N°2 (Exineo Rivera Castillo)	
		RESULTADO	VALORACIÓN
Graduación (Base)	Cuadro 1003-6	Cumple	Cumple
Graduación (Subbase)	Cuadro 1003-6	Cumple	Cumple
índice de plasticidad (Base)	Max 0%	NP	Cumple
índice de plasticidad (sub-Base)	Max 6%	NP	Cumple
Desgaste Los Angeles (Base)	Máx. 35%	28%	Cumple
Desgaste Los Angeles (Subbase)	Máx. 40%	28%	Cumple
Intemperismo acelerado	Máx. 12%	8.3%	Cumple
Limite Liquido (Base, Subbase)	25 máx.	NP	Cumple
CBR al 95% de AASHTO Proctor modificado (AASHTO T-180) y 4 días de saturación (Subbase)	Min. 30%	73%	Cumple
Para BASE CBR al 95% de AASHTO Proctor modificado (AASHTO T-180) y 4 días de saturación (Base)	Min. 80%	73%	No Cumple
CUADRO 1003-6 DE NIC - 2019 REQUERIMIENTOS DE GRANULOMETRÍA			
TAMIZ (MM)	% QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES (BASE)	% QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES (SUBBASE)	BANCO N° 2
			RESULTADO
75 (3")	100	100	100
4.75 (N°4)	47-59	40-60	51
0.075 (N°200)	4-8	0-12	7

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC-2019.

De acuerdo con la evaluación mostrada en la **tabla 40**, el material del **banco de préstamo N°2**, cumple para utilizarse como material subbase granular, sin embargo, no cumplió para utilizarse como material base granular, ya que, no cumple con el requerimiento mínimo del CBR al 95% Proctor modificado, por lo cual se consideró estabilizar con cemento portland.

4.3.7 Requerimientos mínimos que debe cumplir el material para estabilizarse con cemento

Los bancos de préstamos a estabilizarse deben cumplir con las siguientes normativas. La clasificación del material deberá estar comprendida ya sea en el grupo A-1 o en el grupo A-2, el índice de grupo no deberá ser mayor de uno (1). El Valor Soporte (CBR) debe ser como mínimo de 30%. El cemento y el agua deben cumplir con lo dispuesto en la NIC 2019 – Cemento Artículo 1001.02 pág. 791 y el agua artículo 1012.01 pág. 874. Ver tabla a continuación

Tabla 41: Requisitos para estabilización con cemento

BANCO N°1 (José Eleazar Montenegro)			
PRUEBA	REQUISITO	RESULTADO	VALORACIÓN
Clasificación AASHTO	Grupo A-1 y A-2	A-2	Cumple
Índice de Grupo	Menor de 1	0	Cumple
Limite Liquido AASHTO T-89	30 máx.	22	Cumple
Índice de Plasticidad AASHTO T-90	15 máx.	9	Cumple
CBR AASHTO T- 180	30% min.	4	Cumple
Desgaste de los Ángeles (Base)	50% máx.	29.5	Cumple
Desgaste de los Ángeles Subbase)	50% máx.	29.5	Cumple
BANCO N°2 (Exineo Rivera Castillo)			
REQUISITOS		RESULTADO	VALORACIÓN
Clasificación AASHTO (Grupo A-1 y A-2)	Grupo A-1 y A-2	A-1	Cumple
Índice de Grupo (Menor de 1)	Menor de 1	0	Cumple
Limite Liquido AASHTO T-89	30 máx.	NP	Cumple
Índice de Plasticidad AASHTO T-90	15 máx.	NP	Cumple
CBR AASHTO T- 180	30% min.	73	Cumple
Desgaste de los Ángeles (Base)	50% máx.	28	Cumple
Desgaste de los Ángeles Subbase)	50% máx.	28	Cumple

Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes NIC-2019, sección **1003(d)**.

La Nic-2019 Sección **1003(d)** recomienda que después del tratamiento, el material deberá tener una resistencia última a la compresión de por lo menos 21 Kg/cm² después de 7 días.

Tabla 42: Resultados de estabilización de bancos

BANCOS DE PRÉSTAMO	RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN SIMPLE (7 DÍAS) (KG/CM²)						Fecha:
	% de Cemento						Nov. 2022
	4%	6%		8%		AASHTO	
Banco N°1	18.9%	21.3		25.1		A-2-4 (0)	
Banco N°2	21.7	25.1		27.8		A-1-a (0)	
ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO ASTM D-1633-00							
ENSAYO No.	SONDEO	DOSIFICACIÓN DE CEMENTO	EDAD (DÍAS)	CARGA (lb)	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Lb/plg²)
Banco N°1	STOCK	6%	7	4,418	2,004	21.3	303.01 lb/pulg²
Banco N°2	STOCK	4%	7	4,615	2,093	21.7	308.70 lb/pulg²
N° Del Banco	NOMBRE DEL DUEÑO DEL BANCO			CANTIDADES DE CEMENTO EXPRESADAS EN:		PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO, Kg/m³	
				%	Bolsas/m³		
1	BANCO N°1 (José Eleazar Montenegro)			6	1.99		1410
2	BANCO N°2 (Exineo Rivera Castillo)			4	1.30		1378

Fuente: CONSULTOR EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA (INGENICA) - MTI (2018).

Una vez realizada la estabilización con cemento Portland con una dosificación del 4%, 6% y 8% se obtuvo resultados de resistencia a la compresión para los dos bancos de préstamo José Eleazar Montenegro y Exineo Rivera Castillo donde se aprecia que el banco N°1 no cumple con la resistencia última establecida por la Nic-2019 de 21 Kg/cm², con una dosificación al 4% de cemento, por el contrario, el banco N°2, cumple para utilizarse como banco base estabilizada.

No se consideró los valores de resistencia a la compresión del banco N°1 José Eleazar Montenegro y banco N°2 Exineo Rivera Castillo al 6% y 8%, ya que, significaría un aumento en los costos de cemento para un tramo donde el tráfico vehicular es bajo.

4.4 Elección de los de bancos préstamos a utilizar para base y subbase

Como fuente de material para capa **base Granular no tratadas** ninguno de los dos (2), bancos de materiales propuestos cumplen, según las especificaciones de la Nic-2019 Sección: **1003.8 (b)**, ya que, ambos bancos de préstamos presentan resultados de CBR al 95% próctor modificado por debajo del mínimo permitido (80.0%),

Para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales del banco de préstamo, éstos fueron ensayados adicionándoles Cemento Portland en diferentes porcentajes (4%, 6%, 8%). A continuación, se presentan los bancos de préstamos a utilizar para base y subbase.

El banco de préstamo **N°2 Exineo Rivera Castillo** se utilizará como material base estabilizado al 4%, Considerando que el tramo posee un TPDA bajo, se descartó estabilizar al 6% y 8%. Este banco de préstamo cumple con los requerimientos de estabilización mínimos establecidos por la Nic-2019.

El Banco de préstamo **N° 2 (Exineo Rivera Castillo)**, podrá utilizarse como material para la subbase granular sin ser estabilizado, ya que, cumple con las especificaciones mínimas establecidas por la NIC-2019. Ver tabla a continuación

Tabla 43: Bancos de diseño base/ subbase

BANCO DE DISEÑO	CAPA	CONDICIÓN
Exineo Rivera Castillo	Base Estabilizada	4% de cemento portland
Exineo Rivera Castillo	Subbase Granular	compactado al 95% Próctor Modificado

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

4.5 Determinación del CBR de diseño

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y sirve para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, subbase y base de pavimentos.

Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad, y esta normado por la ASTM-D1883 y por la AASHTO T-193. Para la aplicación de este ensayo las muestras se sometieron a saturación por un periodo de 96 horas de anticipación.

La Metodología para la determinación del CBR de Diseño consiste en:

- 1) Identificar los Valores utilizar en el diseño del CBR, los cuales son todos los valores que se encuentran debajo de la línea de la Subrasante.
- 2) Ordenar los Valores de Menor a Mayor, se determina la frecuencia de cada uno de ellos y el porcentaje de valores iguales o mayores de cada uno.
- 3) Se dibuja un gráfico que represente los valores de CBR contra los porcentajes calculados y con la curva que se obtenga, se determina el CBR con el percentil que corresponda, dependiendo del número de ejes equivalentes en el carril de diseño.

4.5.1 Identificación de la subrasante

La subrasante es la capa de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no sea afectada por las cargas de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Para el cálculo del CBR de la subrasante se tomó en consideración las alturas de cortes y rellenos generados por el software civil 3D, en base a la subrasante propuesta en planos, en las estaciones donde hay corte, se tomaron los valores CBR de los suelos inmediatos, hasta una profundidad de 20 centímetros y en las estaciones donde hay relleno, se propuso material del banco de préstamo N°1, este banco posee un CBR de 47% al 95% Proctor modificado y se encuentra a 1.45 kilómetros de la Est: 2+200. **Ver tabla 44, pág. 59**

Tabla 44: Alturas de cortes y rellenos generados por Civil 3D

DESCRIPCION		0+000	0+200	0+400	0+600	0+800	0+1000	0+1200	0+1400	0+1600	0+1800	0+2000
COTA TERRENO		787.51	791.00	792.11	807.57	847.78	866.80	884.45	904.97	931.12	953.89	964.92
COTA SUBRASANTE		787.7	791.16	791.31	808.11	847.50	867.43	884.81	905.16	930.78	953.94	964.62
ALT	CORTE	0.80				0.28		0.34				0.30
	RELLENO	0.19	0.16	0.54		0.63		0.36	0.19	0.05		
Sondeos Manuales Estación		Smt- 01 EST 00+000	Smt- 02 EST 00+200	Smt- 03 EST 00+400	Smt- 04 EST 00+600	Smt- 05 EST 00+800	Smt- 06 EST 01+000	Smt- 07 EST 01+200	Smt- 08 EST 01+400	Smt- 09 EST 01+600	Smt- 10 EST 01+800	Smt- 11 EST 02+000
PROFUNDIDAD (Centímetros)	0 cm	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-1-a (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-1-a (0)	A-2-4 (0)
	50 cm	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-4 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-1-a (0)	A-2-7 (0)
	100 cm	A-7-5 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-1-a (0)	A-2-7 (0)
	150 cm	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-2-7 (0)	A-1-a (0)	A-2-7 (0)
Codicion		Relleno	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Relleno	Relleno	Corte	Relleno	Corte
Material/Relleno		Banco#1	Banco#1		Banco#1		Banco#1	Banco#1	Banco#1		Banco#1	
Suelos tomados		A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-4(0)	A-2-6(0)	A-1-a (0)	A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-7(0)	A-1-a(0)	A-2-7(0)
CBR tomados		13%	5%	12%	9%	48%	12%	18%	19%	17%	58%	17%

Fuente: Elaborado por Sustentantes

En la **Tabla-44** del sondeo (S1 al S11) se presentan un total de 24 muestras de las cuales se tomaron once (11) correspondientes únicamente a los suelos inmediatos por debajo de la línea subrasante. Se utilizó el banco N°1 como material para terracería /relleno pero su CBR al 95% próctor modificado no se tomó en consideración en la estimación del CBR de diseño, ya que, realmente no actúa en la subrasante por el contrario crea un sobre diseño afectando el resultado final de CBR.

En la siguiente tabla se muestra la acumulación de los valores de CBR de diseño y el tipo de suelo al que corresponde el material existente en la subrasante:

Tabla 45: Selección de CBR de diseño para la subrasante

CLASIFICACIÓN	CBR	FRECUENCIA	CANTIDAD DE VALORES IGUALES O MAYORES	% DE VALORES IGUALES O MAYORES
A-2-6(0)	5	1	11	11/11*100 = 100.00%
	9	1	10	10/11*100 = 90.91%
A-2-4(0)	12	2	9	9/11*100 = 81.82%
A-2-6(0)	13	1	7	7/11*100 = 63.64%
A-2-7(0)	17	2	6	6/11*100 = 54.55%
A-2-6(0)	18	1	4	4/11*100 = 36.36%
A-2-6(0)	19	1	3	3/11*100 = 27.27%
A-1-a(0)	48	1	2	2/11*100 = 18.18%
	58	1	1	1/11*100 = 9.09%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

El valor de CBR de la subrasante es el más importante de definir, dado que a través de este se obtendrá el valor del Módulo de Resiliencia (MR), a ser utilizado en el diseño de pavimento flexible. Para ello se utilizaron los valores CBR de menor a mayor y porcentajes de los valores iguales o mayores.

Tabla 46: Valores CBR tomado de la subrasante

CBR AL 95%	% DE VALORES IGUALES O MAYORES
5	100.00%
9	90.91%
12	81.82%
13	63.64%
17	54.55%
18	36.36%
19	27.27%
48	18.18%
58	9.09%

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Aplicando el criterio expuesto por el Instituto del Asfalto para la determinación del valor del CBR de Diseño, el cual recomienda asumir un percentil de **60%, 75% o 87.5%**, tomando en consideración que el ESAL previamente estimado por el carril de diseño será de **7.312E+05** por tanto, se utilizó un percentil de **75%**, tal y como se indica a continuación.

Tabla 47: Criterio del instituto de asfalto para determinar CBR de diseño

No de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil de Diseño (%)
$< 10^4$	60%
10^4 - 10^6	75%
$> 10^6$	87.5%

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Fonseca Montejo. Segunda Edición 2001. Página 68.

Conocido los valores CBR de menor a mayor, al igual los porcentajes de las cantidades iguales o mayores y definido el percentil (75%), previamente seleccionado y ubicado en la ordenada, se procede a graficar el CBR de Diseño de la subrasante, iniciando con una línea horizontal se intercepta la curva de la subrasante luego con una línea vertical en 90 grados se intercepta la accisa con el valor CBR. **(Ver Gráfico-3 Pág. 62)**

El resultado del CBR con un percentil de 75% fue de 12.40% lo que de acuerdo con la clasificación de suelo para vialidad según Crespo Villalaz corresponde a una clasificación general catalogada como buena. Ver tabla: 48

Tabla 48: Clasificación del CBR

CBR	Clasificación
0-5	Subrasante mala
5-10	Subrasante regular
10-20 (en el rango)	Subrasante buena
20-30	Subrasante muy buena
30-50	Subbase buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: Crespo Villalaz, C. (2008).

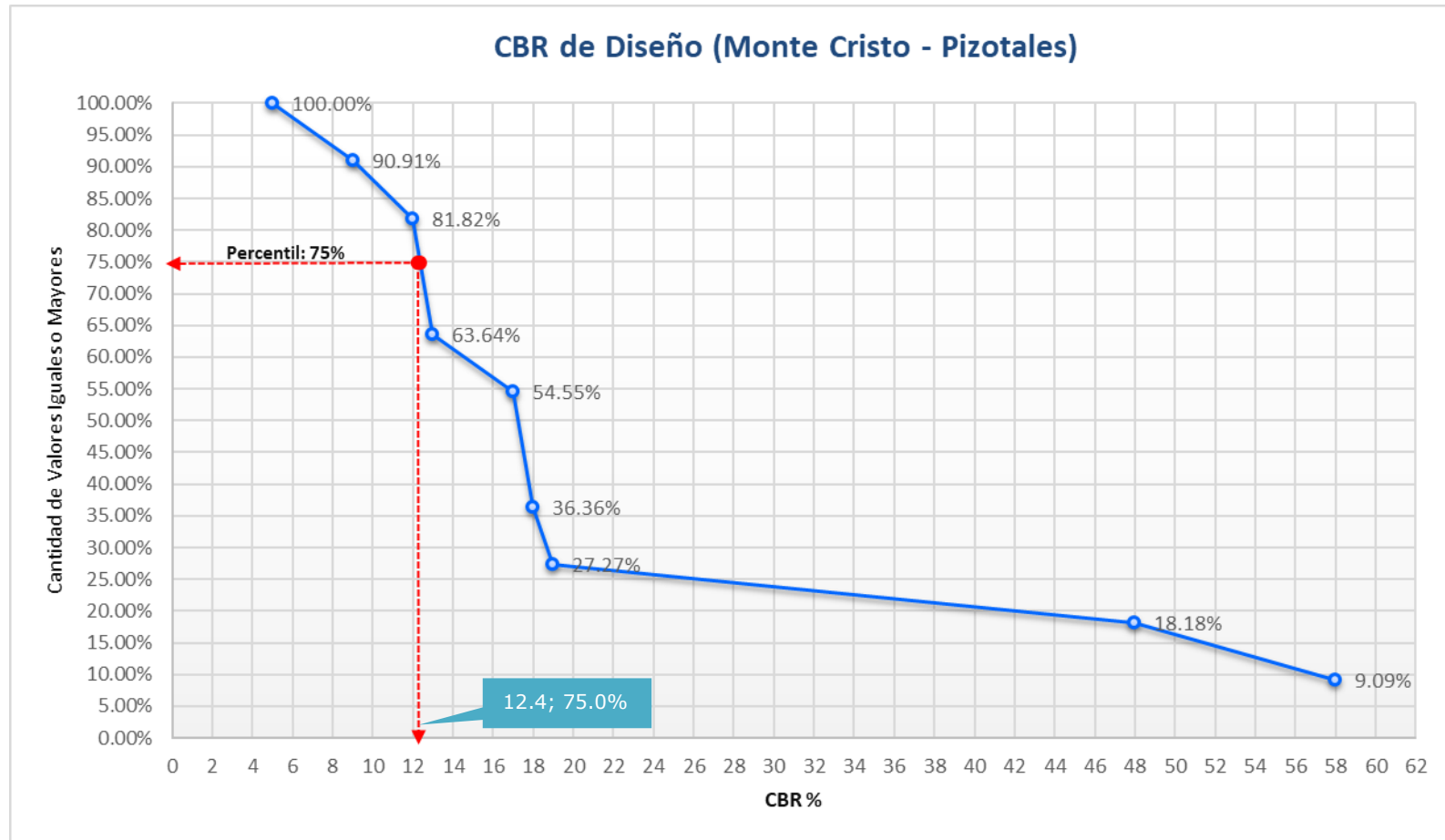
Según las especificaciones de la Nic-2019 en su sección 205.1 pág. 103, el CBR obtenido (12.40%), de acuerdo con la profundidad de la subrasante del tramo cumple con el mínimo requerido. Ver Tabla: 49

Tabla 49: CBR de la Subrasante según la Nic-2019

Profundidad Debajo de la Subrasante (cm)	CBR Mínimo Requerido (%)
0-20	8
20-40 (30 cm)	6
40-60	4

Fuente: Especificaciones NIC-2019 Sección 205.1 pág. 103 doc.

Gráfico - 3: Selección del CBR de Diseño



Fuente: Elaborado por Sustentantes.



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO

V

DISEÑO DE PAVIMENTO

2023

5.1 Metodología de diseño AASHTO 93

El método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles de acuerdo con la siguiente formula.

$$\log_{10} Wt_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \frac{(\Delta PSI)}{4.2-1.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07$$

[9]

Dónde:

Wt18: Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 KN acumuladas en el período de diseño (**n**).

ZR: Valor del desviador en una curva de distribución normal, función de la Confiabilidad del diseño (R) o grado confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

So: Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida deservicio.

ΔPSI: Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la plenitud (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (Serviciabilidad Inicial (**po**) y su plenitud al final del periodo de diseño (Serviciabilidad *Final* (**pt**)).

MR: Módulo Resiliente de la subrasante y de las capas de bases y subbases granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

SN: Número Estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

5.2 Variables de diseño por considerarse en el método AASHTO 93

5.2.1 La vida útil del pavimento

Es aquel tiempo que transcurre entre la construcción de este y el momento en que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

Según la SIECA-2002, el periodo de diseño no debe ser confundido con la vida útil del pavimento, ni con el periodo de análisis; este último puede comprender varios periodos de diseño, como en el caso de la pavimentación por etapas.

Por otra parte, la vida útil de un pavimento puede extenderse indefinidamente con la colocación de carpetas de refuerzo y otras medidas de rehabilitación, o durar mucho menos que lo estimado en el periodo de diseño, debido a fallas prematuras, o sub-diseños del pavimento.

5.2.2 Variables en función del tránsito

➤ Factores de equivalencia (Fesal's)

Se refiere al deterioro que produce cada vehículo en un pavimento, éste corresponde al número de ejes equivalentes llamado también “eje estándar”, el cual tiene un peso de 8.2 ton. (18,000 libras) y se presentará en el carril de diseño. Se considera que el “eje estándar” tiene un factor de daño $F=1$. En el tramo en estudio, el ESAL de diseño estimado en un periodo de 20 años es de **724,314.00** (Ver Capítulo III, Tabla 30, pág. 42)

5.2.3 Coeficiente de drenaje (mi)

El drenaje de agua en los pavimentos es un aspecto importante para considerar en el diseño de las carreteras. De lo contrario el exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas podrían anticipar los daños a la estructura del pavimento. La AASHTO 93 recomienda ciertos coeficientes de drenajes que son usados para los cálculos en la estimación de los espesores de diseño ver a continuación

Tabla 50: Capacidad del drenaje para remover la humedad

Capacidad del drenaje para remover la humedad		
Calidad del drenaje	Aguas removidas en:	
	50% de saturación	85% de saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	De 10 a 15 horas
Malo	No drena	Mayor de 15 horas

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

La calidad del drenaje es expresada en la fórmula del número estructural, dado que se asume una buena capacidad para drenar el agua de la vía en cada una de las capas que conforman la estructura de pavimento, el coeficiente de drenaje a utilizar en este diseño es **mi = 1.00** ver tabla a continuación.

Tabla 51: Niveles de humedad cercanos a la saturación

Calidad del drenaje	P= % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos 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	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

5.2.4 Confiabilidad (R)

Se entiende por confiabilidad de un proceso de diseño y comportamiento de un pavimento, a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportara satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.

Para el tramo en estudio se utilizará un valor de confiabilidad **R** del **80%**, que corresponde a un valor recomendado para el tipo de vía, como colectora suburbana la cual se muestra en la tabla: 52, pág. 66.

Tabla 52: Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Niveles de confiabilidad R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85-99.9	80-99.9
Troncales	80-95	75-95
→ Colectora rural	50-80	50-80

Fuente: Manual Centroamericano para el Diseño de pavimentos, SIECA 2002.

Una vez seleccionado el valor de confiabilidad (**R = de 80%**), se busca el valor de desviación normal estándar (Zr) en dependencia de la Confiabilidad, el valor escogido se muestra a continuación en la siguiente Tabla de la guía de diseño de para estructuras de pavimento de la AASHTO-93.

Tabla 53: Valores de Zr en función de la confiabilidad R

Confiabilidad R (%)	Desviación normal estándar (Zr)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
→ 80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

5.2.5 Desviación estándar (So)

La desviación estándar del sistema toma en cuenta las variaciones en las ecuaciones, las mediciones y los materiales. Se selecciona un nivel de confiabilidad para determinar con que confianza se espera que el pavimento dure el periodo de tiempo para el que fue diseñado. La AASHTO 93 recomienda para construcciones nuevas de pavimentos flexibles una desviación estándar (So), de **0.45**. Ver tabla a continuación

Tabla 54: Desviación estándar dependiendo de las condiciones de servicio

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Articulado
En construcción nueva	0.35	0.45
En sobre capas	0.39	0.49

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

5.2.6 Serviciabilidad.

Se define como la manera en que un pavimento cumple su función de ser cómoda, fácil, rápida y segura para la circulación de los vehículos. El índice de serviciabilidad varía de 5 (Excelente) a 0 (Pésimo).

El método AASHTO 93 predice el porcentaje de pérdidas de serviciabilidad (ΔPSI), para varios niveles de tránsito y cargas de ejes, entre mayor sea la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI), mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar. Los valores recomendados por la AASHTO y por experiencia son:

- **Serviciabilidad inicial:**

Po = 4.5 para pavimentos rígidos. **Po** = 4.2 para pavimentos flexibles o articulado.

- **Serviciabilidad final:**

Pt = 2.5 ó más para caminos principales. **Pt** = 2.0 para caminos de tránsito menor.

Para el presente diseño se utilizó:

- **Serviciabilidad inicial** **Po** = 4.2 y **Pt** = 2.0

- **Perdida de serviciabilidad** **ΔPSI** = 4.2 – 2 **ΔPSI** = 2.2 **[10]**

5.3 Características de los materiales que conforman el pavimento

5.3.1 Módulo de resiliencia (Mr)

El CBR de diseño de la subrasante resultó de **12.40%**. Este se obtuvo en base a los valores CBR de cada muestra de menor a mayor y a su porcentaje trabajando con un percentil de 75%. **(Ver del Capítulo IV, Gráfico-3, pág. 62)**

La guía de diseño de la AASHTO establece las siguientes correlaciones para encontrar el Módulo Resiliente de la subrasante, se han establecido correlaciones para calcularlo a partir de otros ensayos, a partir del valor CBR.

Tabla 55: Correlación entre el CBR y módulo resiliente para subrasante

Valor de CBR	Consideración
CBR < 10%	$Mr = 1500 * CBR$ [11]
 CBR > 10%	$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$ [12]

Fuente: Guía de Diseño para Estructuras de Pavimento, AASHTO 93.

Se utiliza la segunda ecuación conociendo que el CBR de la Subrasante calculado fue de **12.40%**

Tabla 56: Calculo de modulo resiliente de la subrasante

Aplicando Ecuación de Correlación Guía AASHTO-93.		
$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241$	$Mr = 4326 * \ln(12.40\%) + 241$	$Mr = 11,132.6 \text{ psi}$

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

5.3.2 Coeficientes estructurales de capa (ai)

Los coeficientes estructurales de capa son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos, lo que permite convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

Mediante el uso de las figuras de la guía AASHTO se determina el coeficiente estructural de cada capa del pavimento, según el método de diseño.

Se presentan tres categorías de estos coeficientes de acuerdo con el tipo y función de la capa considerada:

a₁: Para la capa de rodamiento (Adoquín) Adoquín de concreto del tipo tráfico de 3,500 psi. **Ver Anexos, imagen-35, pág. LXVI**

a₂: Para la base granular (Banco de préstamo N°2 estabilizado al 4%)

- (Est 2+000, 2.2 kilómetros al noreste, clasificación de suelo A-1-a (0), material estabilizado con cemento portland valor a la compresión **308.07 lb/pulg²**).

a₃: Para la sub- base. (Banco de préstamo N°2 no tratado)

- (Est 2+000, 2.2 metros al noreste, clasificación de suelo A-1-a (0), material de préstamo no estabilizado valor CBR al 95% Proctor modificado de 73%).

➤ **Capa de rodamiento: (a₁)**

Se considera el coeficiente de **a₁ = 0.45** cuando se utiliza adoquín como capa de rodamiento, valor se tomó del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, Capítulo 7, Diseño de espesores con adoquín, Método AASHTO, página 107.

➤ **Base granular tratada con cemento portland (a₂)**

La determinación del coeficiente estructural **a₂** se realizó en base a la aplicación del nomograma figura-10 para base granular tratada con cemento proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO-93 Pág. 3-36 doc-78 pdf). El parámetro de entrada fue la resistencia a la compresión del Banco de Préstamo N°2 (Exineo Rivera Castillo), el cual tuvo un resultado de: **308.07 lb/pulg²** usado para la determinación del coeficiente estructural **a₂**. De acuerdo con la línea horizontal trazada en el nomograma, se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de **a₂ = 0.140** y en la escala derecha un módulo resiliente para base granular de **Mr = 57,000 Lb/pulg²**. **Ver Anexos, Gráfico-22, pág. LXVII.**

➤ **Subbase granular coeficiente estructural (a_3)**

La determinación del coeficiente estructural a_3 se realizó en base a la aplicación del nomograma figura-9 para subbase granular no tratada con cemento proporcionado por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993 Pág. 3-35 doc -77 pdf).

Tomando como parámetro de entrada el valor del CBR al 95% próctor modificado de la subbase del Banco N°2 (Exineo Rivera Castillo), de 73%, de acuerdo con la línea horizontal trazada en el nomograma se obtuvo en la escala izquierda un coeficiente estructural de $a_3 = 0.131$ y en la escala derecha un módulo resiliente para subbase granular de $M_r = 18,900 \text{ Lb/pulg}^2$. Ver Anexos, Gráfico-23, pág. LXVIII

5.3.3 Números estructurales (SN)

También conocido como valor de soporte de suelo, es un número asignado para poder representar la capacidad de soporte de un pavimento. Este número indica la cantidad de espesores o capas que requiere un pavimento para soportar las cargas a las que será sometido durante su vida útil.

Para cada capa se consideran coeficientes relativos que dependen del material que las conforman, por lo tanto, podemos decir que el pavimento tendrá mayor capacidad de soporte mientras mayor sea el número estructural y viceversa. El número estructural (SN) se puede expresar por medio de la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \quad [13]$$

Dónde:

$D_{1,2,3}$: espesores de capas asfálticas, base y subbase respectivamente en (pulgadas).

a_i = coeficiente estructural de capa i, dependiente de su módulo.

m_i = coeficientes de drenaje para capas no estabilizadas, dependiente del tiempo requerido para drenar y del tiempo en que la humedad se encuentre en niveles cercanos a la saturación.

5.4 Cálculo de espesores

El espesor D_1 para este estudio se define en base al tipo de capa de rodamiento a utilizar en este caso (Adoquín), por lo tanto, **$D_1 = 4$ pulgadas** y el coeficiente estructural **$a_1 = 0.45$** .

Se calcula el número correspondiente a la capa de la siguiente forma:

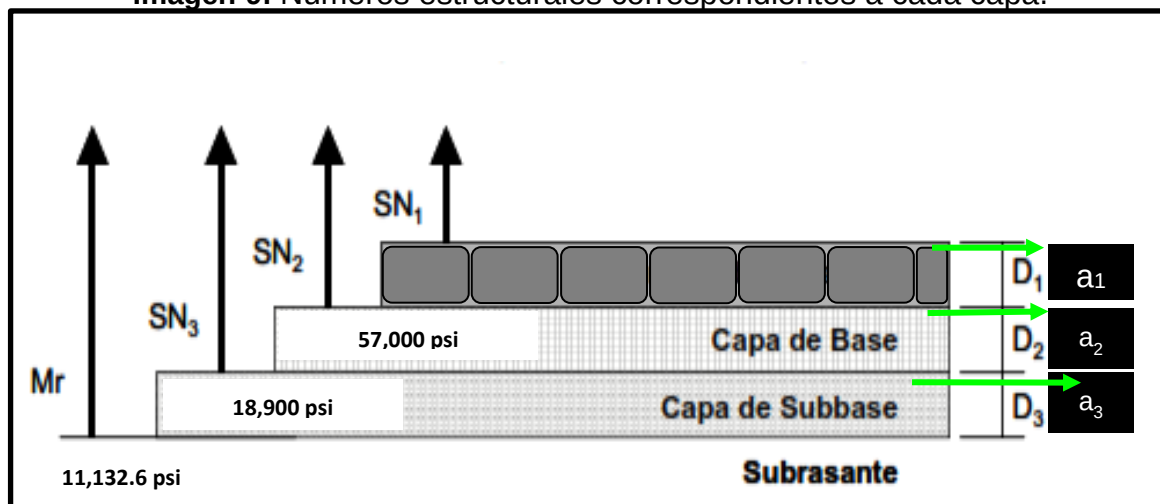
$$SN_1 = a_1 * D_1 \quad [14]$$

$$SN_1 = (0.45) \times (4.00)$$

$$SN_1 = 1.80 \text{ pulg.} \quad \text{Para protección de la base}$$

Nota: El módulo resiliente de la capa base necesario para calcular el número estructural SN_1 de la capa de Adoquín no se puede calcular en base al nomograma que presenta el manual de diseño de pavimento, ya que, en este caso, su modulo resiliente está por encima de 45.00 Ksi, los espesores de tan alto modulo, deben ser establecidos en función de criterios mínimos de espesor y criterios de costo. Por lo que se procederá a calcular únicamente el SN_2 y SN_3 .

Imagen-9: Números estructurales correspondientes a cada capa.



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO-93 pág. 8.

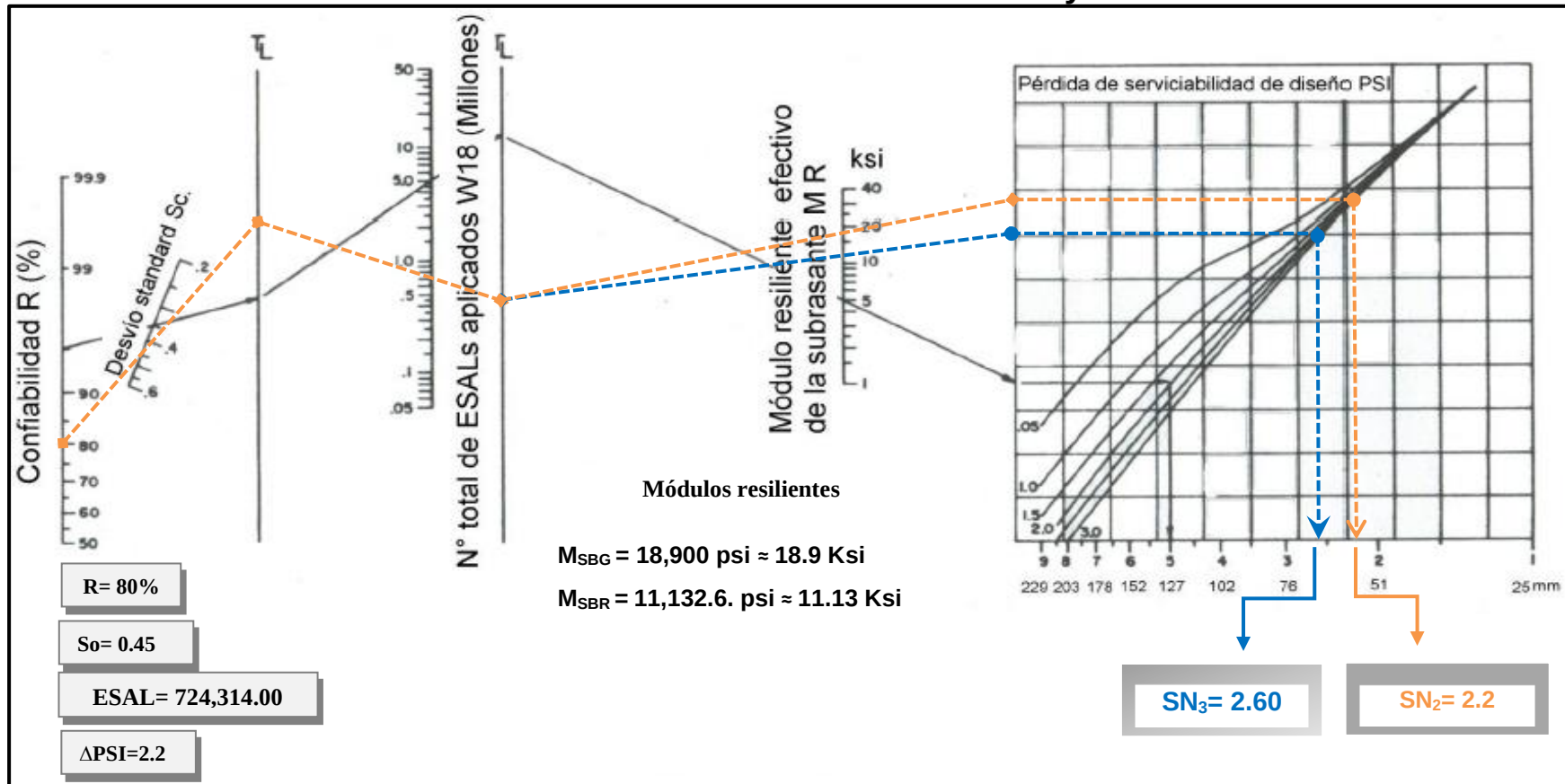
5.4.1 Cálculo de los números estructurales (SN_2 , SN_3)

El valor del número estructural de capa de granular se determina con el uso del nomograma de la guía AASHTO. Tomando como parámetro de entrada los valores anteriormente escogidos como lo son la Confiabilidad ($R=80\%$), Desviación Entandar ($So=0.45$), el ESAL de Diseño de **724,314.00**, Módulos de Resiliencia de cada capa ($M_{BG}=57,000 \text{ PSI}$, $M_{SBG}=18,900 \text{ PSI}$, $M_{SR}=11,132.6 \text{ PSI}$,) y la Pérdida de Serviciabilidad ($\Delta PSI=2.2$). (*Ver Gráfico-4, pág. 73*).

A continuación, se determinó los números estructurales requeridos para proteger cada capa, utilizando el módulo resiliente de la capa que se encuentra inmediatamente por debajo, por ejemplo, para estimar el espesor D_2 (**Base**) de la capa se considera el M_r de la capa subbase y así se obtiene el SN_2 que será absorbido por la capa de Adoquín y capa base. (*Ver Gráfico-4, pág. 73*).

Para el cálculo de **SN₂** y **SN₃** (**SN_{requerido}**), se utilizó el Ábaco establecido por la Guía para diseño de estructura de pavimento (AASHTO 1993), obteniendo **SN₂** de **2.20 pulg** para proteger la base y un **SN₃** de **2.60 pulg** para proteger la subbase.

Gráfico - 4: Obtención del número estructural SN₂ y SN₃



Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993, Figura 12 pág. 82.

Se procedió a realizar la comprobación de los números estructurales calculados anteriormente utilizando el **Software Ecuación AASHTO-93**, donde se muestran que son correctos. **Ver Anexos, Imagen 36-37, pág. LXIX.**

Los números estructurales SN_3 y SN_2 , que calculo el software AASHTO-93 es un poco más bajo, ya que, el programa es más exacto. Sin embargo, nos ofrece la oportunidad de ver que la estimación con el nomograma es correcta.

5.5 Cálculo de los espesores del pavimento

Teniendo en cuenta que ya se conoce el valor de SN_1 y SN_2 , entonces el valor del espesor de la base se obtiene de la siguiente manera:

Determinar el espesor para la base (D_2):

$$D_2 = \frac{(SN_2 - SN_1)}{a_2 * m_2} \quad [15]$$

$$D_2 = \frac{(2.2 - 1.80)}{0.140 * 1.00}$$

$$D_2 = 2.86" \text{ pulgadas}$$

✓ “No cumple con espesores mínimos” Ver tabla 57.

De acuerdo con la tabla 57, el resultado obtenido no cumple con los espesores mínimos sugeridos por capa, conociendo que el ESAL previsto en el tramo en estudio será de: 724,314.00: Por lo cual se optará al recomendado: **6.00 pulgadas** como base granular estabilizada y se corregirá el número estructural SN_2 .

Tabla 57: Espesores mínimos sugeridos por capa

Numero de ESAL's	Espesor mínimo (pulgadas)	
	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 50,000	1	4
50,000 - 150,000	2	4
150,000 – 500,000	2.6	4
Aplica 500,000 - 2,000,000	3	* 6.00
2,000,000 - 7,000,000	3.6	6
Más de 7,000,000	4	6

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993, pág. 184.

Se corrige el número estructural **SN₂**:

$$\text{SN}_2 = (a_2) \cdot (D_2) \cdot (m_2) \quad [16]$$

$$\text{SN}_2 = (0.140) \cdot (6.00) \cdot (1.00)$$

$$\text{SN}_2 = 0.840$$

Determinar el espesor para la subbase (D₃):

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2 + SN_1)}{a_3 \cdot m_3} \quad [17]$$

$$D_3 = \frac{2.60 - (0.840 + 1.80)}{0.131 \cdot 1.00}$$

$$D_3 = -0.31" \text{ pulgadas}$$

Los criterios de la AASHTO 93, indican que, si el resultado del espesor para la subbase posee un valor negativo o es cero, no necesita dicha capa.

Comprobación:

Se sumarán los valores del número estructural **SN₁** y el numero estructural **SN₂**, el resultado de esta suma tiene que ser mayor o igual al **SN_{requerido}**.

$$\text{SN}_1 + \text{SN}_2 \geq \text{SN}_{requerido} \quad [18]$$

$$1.80 + 0.840 \geq 2.60$$

$$2.64 \geq 2.60 \text{ " O. K Cumple"}$$

5.5.1 Espesores finales de diseño

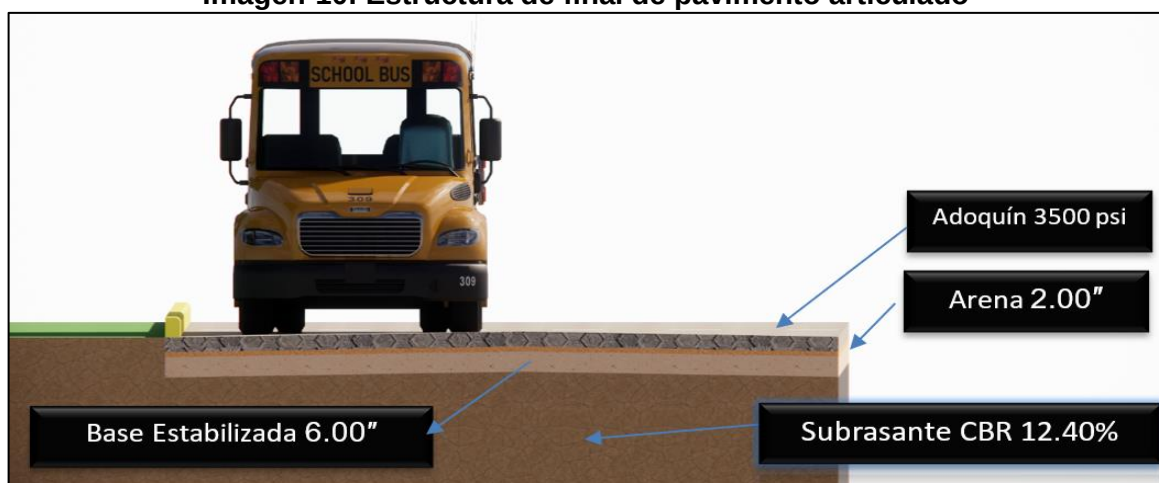
En base al análisis y a los resultados obtenidos, la capa de rodamiento será de **4.00"** adoquín, **2.00"** pulgadas de arena, la base estabilizada será de **6.00 pulgadas**, Tal y como se muestra en la **Tabla 58, p.76** y en la **Imagen 10** la estructura total es de **12.00" pulgadas**.

Tabla 58: Espesores de diseño

Capa	Espesor	
	Pulgadas	Centímetros
Capa de rodamiento (Adoquín tipo tráfico) 3500 psi	4.00"	10.16 cm
Cama de Arena	2.00"	5.08 cm
Base granular A-1-a (0) Estabilizado al 4%	6.00"	15.24 cm
Espesor Total Requerido	12.00"	30.48 cm

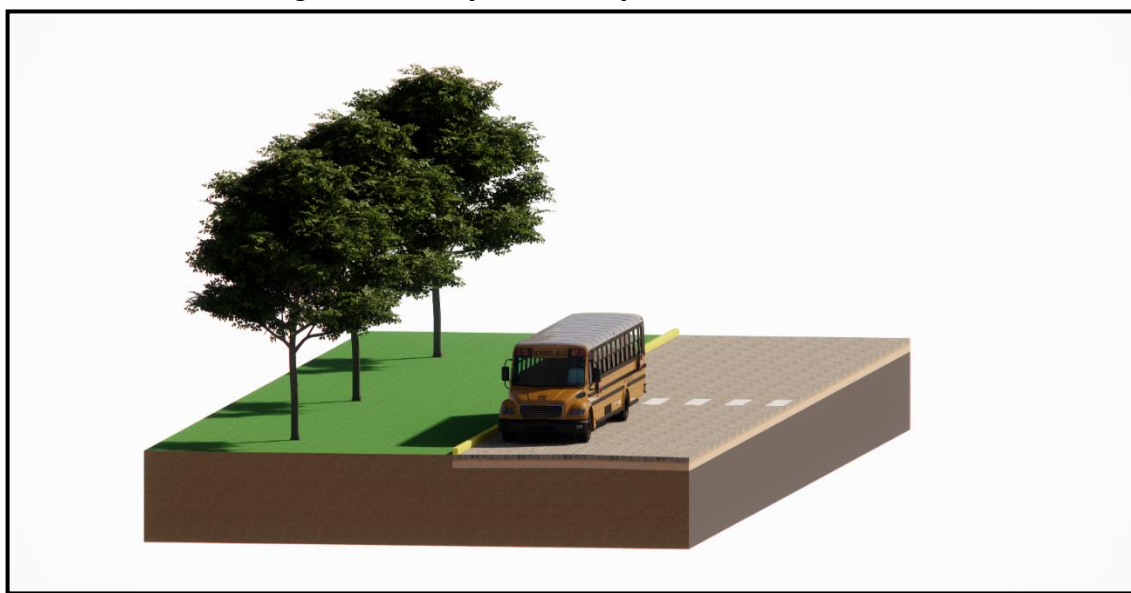
Fuente: Elaborado por Sustentantes.

Imagen-10: Estructura de final de pavimento articulado



Fuente: Elaborado por Sustentantes/ mediante Revit 2022.

Imagen-11: Perspectiva de pavimento articulado



Fuente: Elaborado por Sustentantes/ mediante Revit 2022.

5.6 Uso del programa WinPAS-12 versión 1.0.0

Para comparar y comprobar los resultados obtenidos en los cálculos anteriores, se determinaron los espesores de las diferentes capas de pavimento utilizando el Software WinPAS. El cual resulta una herramienta útil que agiliza y facilita los cálculos para el diseño.

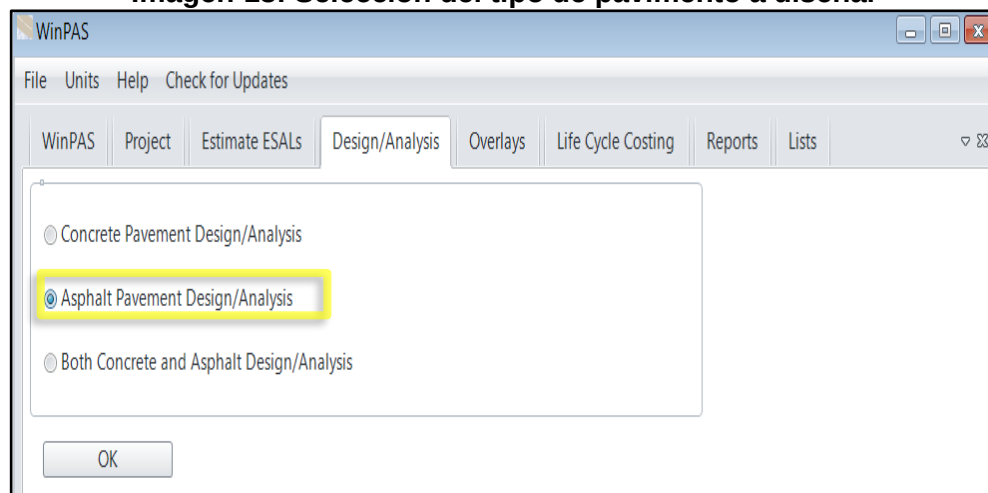
Imagen-12: Software de diseño WinPAS



Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

El primer paso es seleccionar la pestaña de diseño/análisis, donde se nos abrirá una nueva ventana que nos mostrará tres opciones de diseño, donde en este caso se tendrá que elegir la **opción 2** de diseño/análisis de pavimento asfáltico.

Imagen-13: Selección del tipo de pavimento a diseñar



Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

Luego se abrirá otra ventana que es donde se deben introducir los datos iniciales para el diseño:

Tabla 59: Datos para calcular espesores en el Software WinPAS-12

Consideraciones del Diseño AASHTO 93	Parámetros
Periodo de Diseño	20 años
ESAL de diseño	724,314.00
Confiabilidad	80%
Valor desviador (Zr)	-0.841
Desviación Estándar (So)	0.45
Módulo de Resiliencia de Subrasante	11,132.6 psi
Serviciabilidad inicial (Po)	4.2
Serviciabilidad Final (Pt)	2.0
Δ PSI	2.2
Coefficiente de drenaje (mi)	1.00
Coefficiente de capa, Adoquín (a_1)	0.45
Coefficiente de capa, Base granular(a_2)	0.140

Fuente: Elaborado por Sustentantes.

No se debe escribir el número estructural, ya que, este lo calcula el programa después de haber digitado el resto de los datos, dando click en la pestaña resolver (*Solve for*).

Imagen-14: Introducción de datos en WinPAS-12

Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

Después de haber dado click en la pestaña *resolver* (*Solve for*). Según el software WinPAS se requiere un **SN=2.57**.

Imagen-15: Calculo de SN requerido en WinPAS

The screenshot shows the 'Asphalt Design Inputs' window. The 'Asphalt Pavement Design/Analysis Inputs' tab is active. The 'Asphalt Structural Number' is set to 2.57. Below it, the 'Calculate Asphalt Structural Number' button is highlighted. Other input fields include 'Total Flexible ESALs' (724,314), 'Reliability' (80.00 %), 'Overall Standard Deviation' (0.45), 'Subgrade Resilient Modulus' (11,132.6 psi), 'Initial Serviceability' (4.20), and 'Terminal Serviceability' (2.00). On the right, there are 'Save and Close' and 'Help' buttons. Below the input fields, the 'Asphalt Pavement Design/Analysis' tab is active, showing 'Asphalt Structural Number: 2.57' and a 'Solve For' button.

Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

Lo siguiente será proponer la estructura de pavimento, entrando en la pestaña Calculate Asphalt Structural Number.

Imagen-16: SN requerido

The screenshot shows the 'Asphalt Design Inputs' window. The 'Asphalt Pavement Design/Analysis Inputs' tab is active. The 'Asphalt Structural Number' is set to 2.57. Below it, the 'Calculate Asphalt Structural Number' button is highlighted. Other input fields include 'Total Flexible ESALs' (724,314), 'Reliability' (80.00 %), 'Overall Standard Deviation' (0.45), 'Subgrade Resilient Modulus' (11,132.6 psi), 'Initial Serviceability' (4.20), and 'Terminal Serviceability' (2.00). On the right, there are 'Save and Close' and 'Help' buttons. Below the input fields, the 'Asphalt Pavement Design/Analysis' tab is active, showing 'Asphalt Structural Number: 2.57' and a 'Solve For' button.

Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

Se procede a introducir los coeficientes estructurales (a_1 , a_2), los coeficientes de drenaje (m_1 , m_2), y por último los espesores (D_1 , D_2). Se puede observar que, al proponer los espesores calculados manualmente, estos cumplen, ya que, $\Sigma SN=2.64$, es mayor que el SN requerido=2.57.

Imagen-17: Introducción de Layers de Diseño

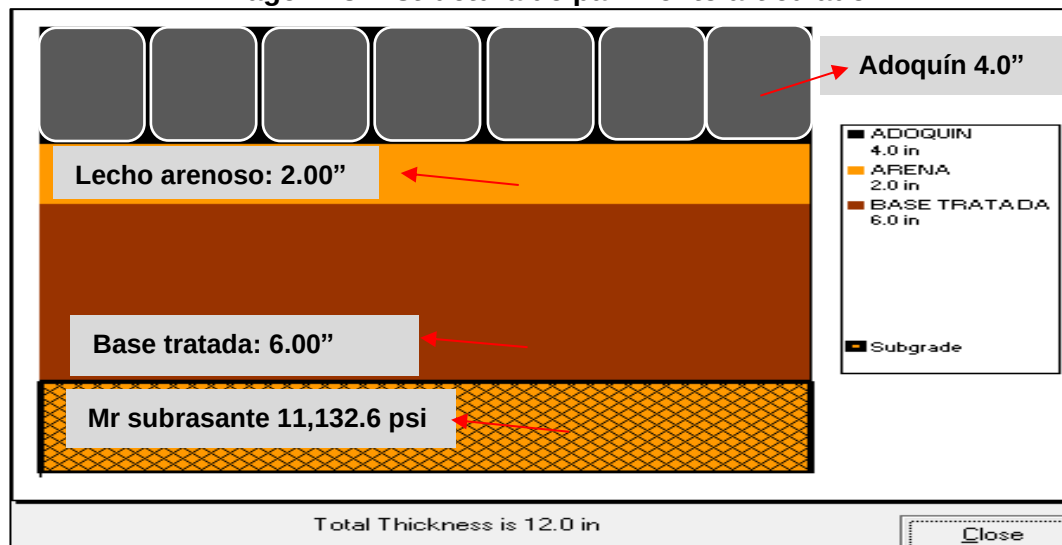
Layer Material	Layer Coefficient, a	Drainage Coefficient, m	Layer Thickness (inches)	Layer Struct No, SNi	Additional Thickness (inches)
	0.45	1	4	1.8	-0.16
	0.14	1	6	0.84	-0.5
	0	0	0	0	-0.5
	0	0	0	0	-0.5
	0	0	0	0	-0.5
	0	0	0	0	-0.5
	0	0	0	0	-0.5

Sum of SN: 2.64
SN: 2.57

Buttons: Save and Close, Help, OK

Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

Imagen-18: Estructura de pavimento articulado



Fuente: WinPAS 12 - Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software).

El total de la estructura de pavimento Articulado corresponde a 30.48 cm, dividido de la siguiente manera: 10.16 centímetros de capa de rodamiento Adoquín, 5.08 centímetros de capa de arena, 15.24 centímetros de base estabilizada al 4.0%.

Imagen-19: Reporte Software WinPAS-12

WinPAS
 Pavement Thickness Design According to
1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures
 American Concrete Pavement Association

Flexible Design Inputs

Project Name: Diseño de Pavimento Articulado 2.0 km Monte Cristo Pizotales
 Route:
 Location:
 Owner/Agency:
 Design Engineer:

Flexible Pavement Design/Evaluation

Structural Number	2.64	Subgrade Resilient Modulus	11,132.60 psi
Total Flexible ESALs	724,314	Initial Serviceability	4.20
Reliability	80.00 percent	Terminal Serviceability	2.00
Overall Standard Deviation	0.45		

Layer Pavement Design/Evaluation

Layer Material	Layer Coefficient	Drainage Coefficient	Layer Thickness	Layer SN
	0.45	1.00	4.00	1.80
	0.14	1.00	6.00	0.84
			Σ SN	2.64

Fuente: WinPAS 12- Versión 1.0.0. (Pavement Analysis Software)



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO **VI**

DISEÑO GEOMÉTRICO

2023

6.1 Metodología

Las normas de Diseño Geométrico que se implementaron están contenidas en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (2011, 3ra Edición). Se hizo uso del software Civil 3D año 2022, el cual sirvió de apoyo para el diseño geométrico de la vía, optimizando en gran medida el trabajo y documentación de planos.

Se definieron los parámetros tales como; vehículo de diseño, coeficiente de fricción longitudinal, radio de curvatura máximo, pendiente transversal, pendiente del hombro, pendiente longitudinal máxima, sobreancho máximo, distancia de visibilidad de parada y rebase; en función de la velocidad de diseño.

6.2 Definición de los criterios de diseño

Conforme a la normativa de SIECA- 2011, se definieron los siguientes parámetros:

6.2.1 Tránsito proyectado

El volumen de tránsito proyectado es bajo, obteniéndose un TPDA de **497 vehículos/día** (cap. 3, p. 26).

6.2.2 Clasificación funcional

Según la Clasificación funcional de las carreteras de Nicaragua, el tramo de Monte Cristo- Pizotales corresponde a una vía Local Rural (LR).

Tabla 60: Clasificación de la vía

<i>Función</i>	<i>Clase de carretera</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>TPDA (año final de diseño)</i>	<i>Número de Carriles</i>
<i>Arteria Principal</i>	Autopista	AA	> 20,000	6-8
	Arteria Rural	AR	10,000-20,000	4-6
	Arteria Urbana	AU	10,000-20,000	4-6
<i>Arteria Menor</i>	Arteria Menor Rural	AMR	3,000-10,000	2
	Arteria Menor Urbana	AMU	3,000-10,000	2
<i>Colectora Mayor</i>	Colectora Mayor Rural	CMR	10,000-20,000	4-6
	Colectora Mayor Urbana	CMU	10,000-20,000	4-6
<i>Colectora Menor</i>	Colectora Menor Rural	CR	500-3,000	2
	Colectora Menor Urbana	CU	500-3,000	2
<i>Local</i>	<u>Local Rural</u>	<u>LR</u>	<u>100-500</u>	<u>2</u>
	Local Urbana	LU	100-500	2
	Rural	R	<100	1-2

Fuente: SIECA-2011, p. 33.

6.2.3 Vehículo de diseño

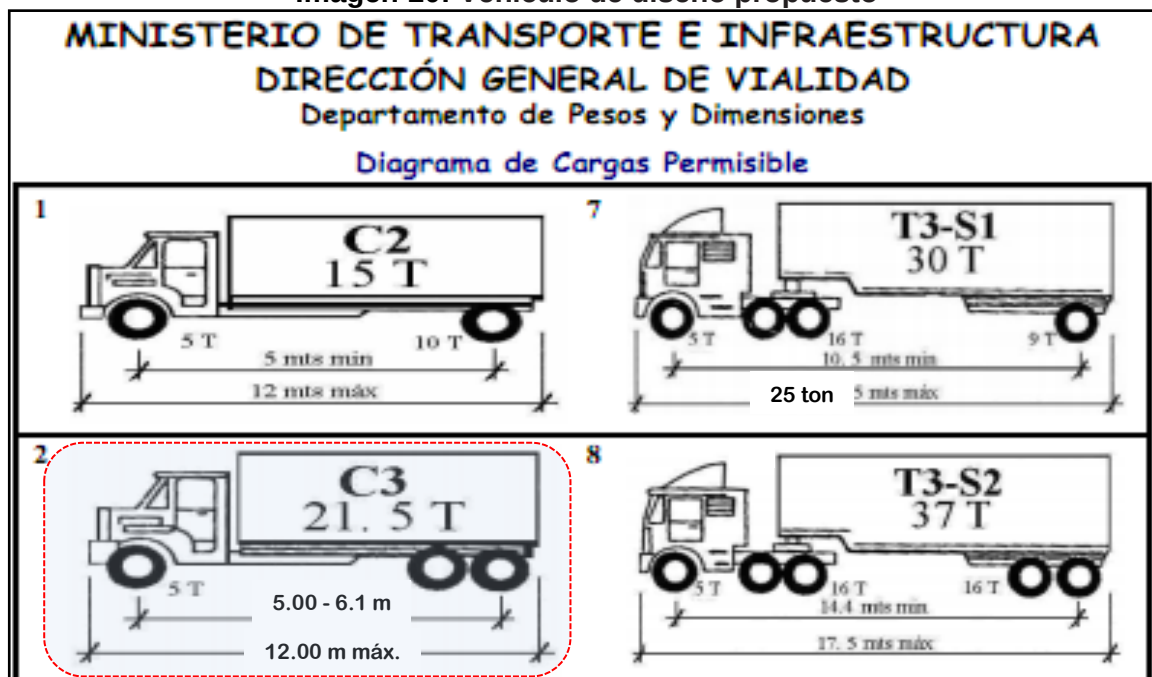
Considerando los datos del estudio de tráfico se recomienda que el vehículo de diseño sea el C3 ó SU (según SIECA-2011). Consideramos es justificable utilizar como vehículo de diseño, ya que presenta las características de mayor importancia, además de que no hay vehículos articulados proyectados:

Tabla 61: Características según tipo de vehículo

Tipo vehículo	Símbolo	Altura	Ancho	Largo	Voladizo Delantero	Voladizo trasero	WB1	WB2
Vehículo Liviano	P	1.3	2.1	5.8	0.90	1.50	3.40	-
<u>Camión</u>	<u>SU</u>	<u>4.10</u>	<u>2.40</u>	<u>9.20</u>	<u>1.20</u>	<u>1.80</u>	<u>6.10</u>	-
Bus	BUS	3.70	2.60	12.20	1.80	2.60	7.30	-
Bus Articulado	BUS-14	3.40	2.60	18.30	3.10	6.70	5.90	-

Fuente: SIECA 2011, pág. 38.

Imagen-20: Vehículo de diseño propuesto



Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura vial (MTI).

6.2.4 Velocidad de diseño (Vd)

Se considerado establecer una Velocidad de Proyecto que se ajuste en todo lo posible a las necesidades, características y condiciones existentes del camino (ver tabla-62, p. 84).

Tabla 62: Aspectos a considerar para seleccionar la velocidad de diseño

Tipo de Área	<u>Rural</u> Urbana
Condiciones del terreno	Plano <u>Ondulado</u> Montañoso
Volúmenes de tránsito	<100 <u>100-500</u> 500-3000 10,000-20,000
Clasificación de la vía	Rural <u>Local Rural</u> Colectora Arteria

Fuente: SIECA 2011, pág. 56.

Según la Sieca-2011, para las carreteras Local Rural (**LR**), el rango de velocidades recomendado esta entre 30 hasta 80 kilómetros/hora, presenta volúmenes de tránsito menor a 500 vehículos /día y el tipo de terreno es ondulado, es por eso que se proyectó una velocidad de Diseño 30 kilómetros/hora (**VD**).

6.3 Elementos de la sección típica propuesta

A continuación, se describen los distintos tipos de elementos que conforman la sección típica transversal:

6.3.1 Tipo de pavimento

Se propuesto el uso de pavimento articulado, en base a adoquín cuya resistencia es de 3,500 p.s.i y su peso es de 9.5 Kilogramos.

6.3.2 Plataforma o corona

El ancho de la corona será de **8.10 metros**, compuesta por dos (2), carriles de **3.30 metros** y complementado por hombros de **0.75 metros**. El Manual de la SIECA edición 2011 recomienda los anchos de acera y hombros para Locales Rurales, como se aprecia en la **Tabla 63, p.85**:

Tabla 63: Anchos mínimos de hombros y aceras

TIPO DE CARRETERA		ACCESO	TIPO DE SUPERFICIE	ANCHO DE HOMBROS (M)		ANCHO DE ACERAS (M)
				INTERNOS	EXTERNOS	
AR	Autopistas Regionales	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	1.8 – 2.5	–
TS	Troncales Suburbanas	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	1.8 – 2.5	1.2 – 2.0
TR	Troncales Rurales	–	Alto	0.5 – 1.0*	1.2 – 1.8	1.2 – 1.5
CS	Colectoras Suburbanas	–	Intermedio	0.5*	1.2 – 1.5	1.0 – 1.2
CR	Colectoras Rurales	–	Intermedio	–	1.2– 1.5	1.0 – 1.2
<u>LR</u>	<u>Local Rural</u>	–	<u>Intermedio</u>	–	<u>0.75-1.6</u>	<u>1.0 – 1.2</u>
LU	Local Urbana	–	Intermedio	–	0.75-1.6	1.0 – 1.2

Fuente: SIECA 2011, pág. 142.

6.3.3 Pendiente transversal

Considerando que la superficie de rodamiento de la vía estará constituida de adoquín, el valor de la pendiente del **3.00%** corresponde a un valor que permite que el flujo de las aguas alcance una velocidad razonable sin producir efectos de erosión en los suelos naturales;

6.3.4 Pendiente transversal de hombro

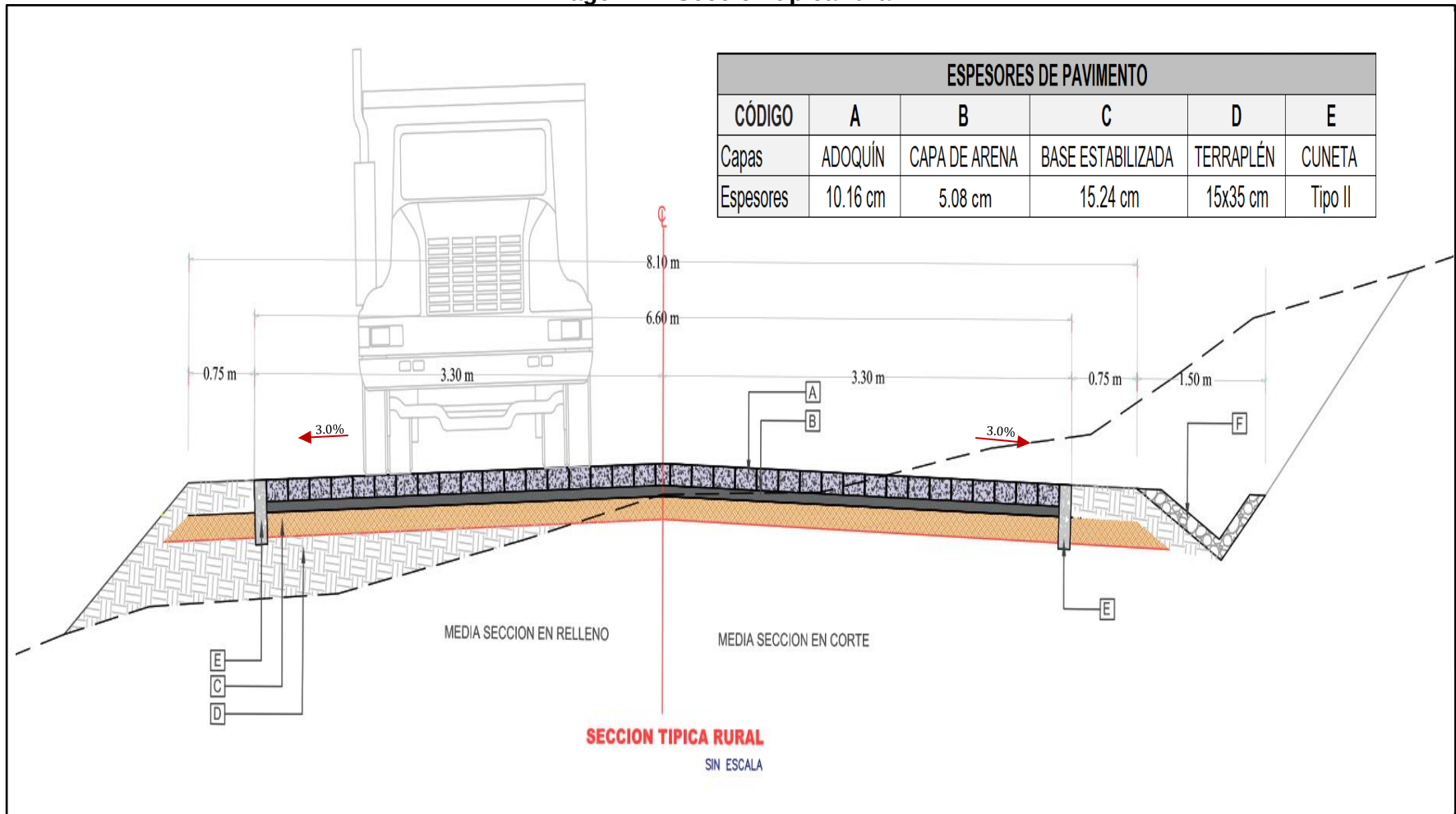
Se considero conveniente utilizar la misma pendiente transversal, de la superficie de rodamiento proyectada, por lo cual la pendiente se estableció de 3.00%.

6.3.5 Cunetas

En este caso al ser una vía localizada en una zona rural, se propuso el uso de cunetas de mampostería (Tipo II), solamente donde se amerite dicho drenaje longitudinal.

A continuación, en la **imagen 21, p. 86**, se presenta el resultado final de la sección transversal propuesta:

Imagen-21: Sección típica rural



Fuente: Sustentantes.

6.4 Distancia de visibilidad de parada

Se define como distancia de visibilidad de parada, la distancia necesaria para que un conductor que transita a la velocidad de diseño pueda detener su vehículo en un punto cualquiera de la carretera en el momento en que se presente un obstáculo que pueda poner en riesgo su seguridad. La longitud de vía que recorre un vehículo durante toda la maniobra de parada está compuesta por dos distancias D1 y D2.

$$D_1 = 0.278 * V * t \quad [19]$$

Dónde:

v = Velocidad inicial, kilómetros por hora.

t = Tiempo de percepción y reacción.

Valores recomendados para el tiempo de percepción y reacción:

t = 2.00 (Sudamérica)

t = 2.5 (Centroamérica, Sieca-2011)

t = 1.5 (Otros países)

La distancia de frenado (**D2**), se conoce como la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que se aplican los frenos hasta el momento en que el vehículo se detiene totalmente.

$$D_2 = \frac{V^2}{254.14(f \pm P)} \quad [20]$$

Donde:

V: velocidad de diseño (Km/h).

P: pendiente, (%).

f: coeficiente de fricción.

Valores recomendados para el coeficiente de fricción, según la Sieca-2011:

f = 0.40 (30 km/h)

f = 0.38 (40 km/h)

f = 0.35 (50 km/h)

f = 0.33 (60 km/h)

Reemplazando la ecuación 19, en base a una velocidad de 30 kilómetros por hora, se obtienen el resultado siguiente:

$$D_1 = 0.278 * V * t$$

$$D_1 = 0.278 * 30 * 2.5$$

Resultados obtenidos:

D1 (distancia de percepción): es de **20.9 metros**.

Reemplazando la ecuación 20, en base a una velocidad de 30 kilómetros por hora y una pendiente promedio de 8.48%, se obtienen el resultado siguiente:

$$D_2 = \frac{V^2}{254.14(f \pm P)}$$

$$D_2 = \frac{30^2}{254.14(0.40 \pm 8.48)}$$

Resultados obtenidos:

d2 (distancia de Frenado): es de **7.30 metros**.

La Distancia de Visibilidad de Parada (**DVP**), calculada fue de **28.2** metros, se decidió adoptar **35.00** metros, valor recomendado por la SIECA-2011:

Tabla 64: Distancia de visibilidad parada en función de la velocidad

Velocidad de Diseño (Km/h)	Distancia de Reacción (m)	Distancia de Frenado (m)	Distancia de Visibilidad parada	
			Calculada (m)	Diseño (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
<u>30</u>	<u>20.9</u>	<u>10.3</u>	<u>31.2</u>	<u>35</u>
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2004.

6.5 Distancia de visibilidad de adelantamiento

Para que el conductor de un vehículo pueda rebasar a otro vehículo que circula por el mismo carril de una carretera a una velocidad inferior y de una manera segura, sin colisionar con un vehículo que se desplace en sentido contrario, es necesario que exista una determinada distancia de visibilidad hacia adelante.

La distancia de visibilidad necesaria para realizar la maniobra de adelantamiento está compuesta por cuatro distancias D1, D2, D3 y D4:

- **D1:** Corresponde a la distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción.

$$d1 = 0.278 t_1 \left[(v - m + a \left(\frac{t_1}{2} \right)) \right] \quad [21]$$

Dónde:

t1 = Tiempo de maniobra inicial (segundos).

v = velocidad promedio del vehículo de Adelantamiento (km/h).

m = Diferencia de velocidad entre el vehículo que rebasa y el rebasado (km/h).

a = Aceleración promedio del vehículo que rebasa (km/h).

- **D2:** Se trata de la distancia recorrida por el vehículo desde que deja su carril hasta que regresa a este luego de adelantar el vehículo.

$$d2 = 0.278 v t_2 \quad [22]$$

Dónde:

v= velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento, kilómetros por hora

t2= Tiempo de ocupación del carril opuesto, segundos.

- **D3:** Se considera como una distancia de seguridad, se estiman su valor dependiendo de grupos de velocidades y su valor promedio variando entre 30 y 90 metros.
- **D4:** Es la distancia recorrida por el vehículo que se desplaza en sentido contrario y se estima que es igual a 2/3 de D2.

Reemplazando las ecuaciones 21-22, se obtienen el resultado siguiente:

Valores recomendados, según SIECA-2011:

$$\begin{aligned} f &= 0.40. & t_1 &= 3.6 \text{ seg.} \\ a_1 &= 3.2 \text{ m/seg}^2. & t_2 &= 9.3 \text{ seg.} \\ a_2 &= 2.58 \text{ m/seg}^2. & V &= 30 \text{ km/h.} \\ m &= 15 \text{ km/h.} \end{aligned}$$

$$d_1 = 0.278 t_1 \left[(v - m + a \left(\frac{t_1}{2} \right)) \right]$$

$$d_1 = 0.278 \times 3.6 \left[(30 - 15 + 2.25 \left(\frac{3.6}{2} \right)) \right]$$

Resultados obtenidos:

D1 (distancia de demora): es de **19.1 metros**.

Reemplazando la ecuación 22, se obtienen el resultado siguiente:

$$d_2 = 0.278 v t_2$$

$$d_2 = 0.278 \times 30 \times 9.3$$

Resultados obtenidos:

D2 (distancia de adelantar): es de **77.6 metros**.

Resultados obtenidos:

D3 (distancia de seguridad): es de **50 metros**.

Resultados obtenidos:

D4 (distancia de recorrida): es 2/3 de D2, por ende, su valor es de **51.7 metros**.

La Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (**DVA**), calculada fue de **198.4** metros, se decidió adoptar **200** metros, valor recomendado por la SIECA-2011:

Tabla 65: Distancia de adelantamiento para carreteras de dos carriles

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidades Asumidas (Km/h)		Distancia mínima de Adelantamiento (m)
	Vehículo Rebasado	Vehículo que rebasa	Rounded for Design
<u>30</u>	<u>29</u>	<u>44</u>	<u>200</u>
40	36	51	270
50	44	59	345
60	51	66	410

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 13.

A continuación, se presentan los resultados de control del aspecto de visibilidad de parada, para las curvas en cresta trazadas en el alineamiento vertical:

Tabla 66: Resultados de distancia de visibilidad de parada

No.	PVI	PVI Elevación	Pend-1	Pend-2	Δ	Tipo de Curva Vertical	D1	D2	DVP Calculada	DVP Adoptada
1	0+029.71	790.362m	7.95%	-0.43%	8.38%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
2	0+110.00	790.019m	-0.43%	3.34%	3.76%	Columpio				
3	0+199.19	792.995m	3.34%	-13.94%	17.28%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
4	0+280.81	781.618m	-13.94%	20.99%	34.92%	Columpio				
5	0+334.66	792.917m	20.99%	-1.98%	22.96%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
6	0+460.42	790.427m	-1.98%	13.72%	15.70%	Columpio				
7	0+554.66	803.353m	13.72%	9.74%	3.98%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
8	0+632.12	810.897m	9.74%	24.89%	15.15%	Columpio				
9	0+710.86	830.497m	24.89%	19.33%	5.57%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
10	0+855.37	858.427m	19.33%	9.78%	9.55%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
11	0+969.71	869.606m	9.78%	-5.06%	14.83%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
12	1+048.13	865.641m	-5.06%	14.12%	19.18%	Columpio				
13	1+180.80	884.380m	14.12%	4.17%	9.95%	Cresta	20.9	10.9	31.7	35.00
14	1+248.65	887.211m	4.17%	18.07%	13.89%	Columpio				
15	1+317.88	899.720m	18.07%	6.95%	11.11%	Cresta	20.9	10.8	31.7	35.00
16	1+493.56	911.936m	6.95%	17.92%	10.97%	Columpio				
17	16+23.17	935.165m	17.92%	18.49%	0.57%	Columpio				
18	1+697.95	948.989m	18.49%	4.93%	13.55%	Cresta	20.9	10.9	31.7	35.00
19	1+841.23	956.059m	4.93%	9.72%	4.79%	Columpio				
20	1+954.97	967.115m	9.72%	-4.70%	14.42%	Cresta	20.9	10.9	31.7	35.00

Fuente: Sustentantes.

A continuación, se presentan los resultados de control del aspecto de visibilidad de adelantamiento, para las curvas en cresta trazadas en el alineamiento vertical:

Tabla 67: Resultados de distancia de visibilidad de adelantamiento

No.	PVI	PVI Elevación	Pend-1	Pend-2	Δ	Tipo de Curva Vertical	D1	D2	D3	D4	DVA Calculada	DVA Adoptada
1	0+029.71	790.362m	7.95%	-0.43%	8.38%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
2	0+110.00	790.019m	-0.43%	3.34%	3.76%	Columpio						
3	0+199.19	792.995m	3.34%	-13.94%	17.28%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
4	0+280.81	781.618m	-13.94%	20.99%	34.92%	Columpio						
5	0+334.66	792.917m	20.99%	-1.98%	22.96%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
6	0+460.42	790.427m	-1.98%	13.72%	15.70%	Columpio						
7	0+554.66	803.353m	13.72%	9.74%	3.98%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
8	0+632.12	810.897m	9.74%	24.89%	15.15%	Columpio						
9	0+710.86	830.497m	24.89%	19.33%	5.57%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
10	0+855.37	858.427m	19.33%	9.78%	9.55%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
11	0+969.71	869.606m	9.78%	-5.06%	14.83%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
12	1+048.13	865.641m	-5.06%	14.12%	19.18%	Columpio						
13	1+180.80	884.380m	14.12%	4.17%	9.95%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
14	1+248.65	887.211m	4.17%	18.07%	13.89%	Columpio						
15	1+317.88	899.720m	18.07%	6.95%	11.11%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
16	1+493.56	911.936m	6.95%	17.92%	10.97%	Columpio						
17	16+23.17	935.165m	17.92%	18.49%	0.57%	Columpio						
18	1+697.95	948.989m	18.49%	4.93%	13.55%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0
19	1+841.23	956.059m	4.93%	9.72%	4.79%	Columpio						
20	1+954.97	967.115m	9.72%	-4.70%	14.42%	Cresta	19.1	77.6	50.0	52	198.3	200.0

Fuente: Sustentantes.

6.6 Sobreelevación mínima

Con el propósito de evacuar eficientemente las aguas superficiales de la calzada (Adoquín), se propone la utilización del **3.00%** para el bombeo.

6.7 Sobreelevación máxima

La Sobreelevación o peralte es la inclinación transversal, en relación con la horizontal, que se da a la calzada hacia el interior de la curva, para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo que transita por un alineamiento horizontal en curva. Dicha acción está contrarrestada también por el rozamiento entre ruedas y pavimento.

Tabla 68: La sobreelevación dependiendo del tipo de área

Tipo de Área	e (%)
Montañoso	10
<u>Ondulado</u>	<u>8</u>
Suburbana	6
Urbana	4

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2004.

6.8 Valores del coeficiente de fricción lateral

A partir de innumerables pruebas realizadas por diferentes organizaciones se han obtenidos valores aplicados al diseño del peralte como función de la velocidad. Los valores del coeficiente de fricción, que se presentan en la Tabla 69, disminuyen al aumentar la velocidad.

Tabla 69: Valores de coeficiente de fricción lateral

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima (f)
<u>30</u>	<u>0.28</u>
40	0.23
50	0.19
60	0.17
70	0.15
80	0.14

Fuente: SIECA 2011, p. 89.

Para el caso del proyecto en estudio, para la velocidad establecida de 30 Kilómetros/hora, le corresponde un valor 0.28.

6.9 Radio mínimo

Una vez definidos el peralte máximo, el coeficiente de fricción máximo y la velocidad específica, podemos determinar el radio mínimo con la expresión:

$$R_{min} = \frac{v^2}{127.14 (e_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})} \quad [23]$$

Dónde:

R = Radio mínimo de curva, en metros

e = Tasa de sobreelevación en fracción decimal.

f = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento.

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.

Sustituyendo en la **ecuación 23**:

$$R_{min} = \frac{30^2}{127.14 (0.08 + 0.28)}$$

$$R_{min} = 19.7 \text{ metros}$$

Los valores recomendados de Radio Mínimos para un peralte (**e=8.0%**) en base a la Velocidad de Diseño de 30kilómetros/ hora, se muestra en la **Tabla 70**:

Tabla 70: Radios mínimos para distintas velocidades de diseño

Velocidad de Diseño (KPH)	Factor de Fricción Máxima (f)	Peralte Máximo 8 %		
		Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado	
20	0.35	7.3	7	163° 42'
<u>30</u>	<u>0.28</u>	<u>19.7</u>	<u>20</u>	<u>57° 18'</u>
40	0.23	72.9	41	27° 55'
50	0.19	40.6	73	15° 42'
60	0.17	113.4	113	10° 08'
70	0.15	167.8	168	06° 49'
80	0.14	229.1	229	05° 00'
90	0.13	303.7	304	03° 46'
100	0.12	393.7	394	02° 55'

Fuente: SIECA 2011, p. 89.

Se decidió adoptar el Radio mínimo recomendado **20 metros**.

6.10 Grados de curvatura

Se llama grado de curvatura, G_c , de una curva circular el ángulo central subtendido por una cuerda cuya longitud es la distancia constante definida entre estaciones redondas para los tramos en curva, se utiliza la siguiente expresión:

$$G_c = \frac{1145.92}{R} \text{ (Grados Decimales).} \quad [24]$$

Dónde:

R = Radio mínimo de curva, en metros.

Remplazando la ecuación 24 y conociendo el Radio mínimo (**30 metros**), se obtiene:

$$G_c = \frac{1145.92}{20}$$

$$G_c = 57^\circ 18'$$

6.11 Grados de curvatura máximo

El cálculo del grado de curvatura máximo (**$G_{m\acute{a}x}$**), se calculó con la siguiente ecuación:

$$G_{c_{m\acute{a}x}} = \frac{145,692.26 \cdot (e_{m\acute{a}x} + f)}{V^2} \quad [25]$$

Dónde:

$G_{c_{m\acute{a}x}}$ = Grado de curvatura máximo.

V = Velocidad de Diseño.

$e_{m\acute{a}x}$ = Sobreelevación máxima.

f: Coeficiente de fricción lateral.

Remplazando la ecuación 25, conociendo el coeficiente de fricción (**0.28**) y la velocidad de diseño (**30 km/h**), se obtiene:

$$G_{c_{m\acute{a}x}} = \frac{145,692.26 \cdot (0.08 + 0.28)}{30^2} = 58^\circ 16'$$

6.12 Pendiente relativa

De acuerdo con la tabla-71, para una velocidad de 30 kilómetros/hora corresponde una de pendiente relativa de 0.75% equivalente a **1:133**.

Tabla 71: Máximas pendientes relativas

Diseño (km/h)	Pendiente relativa máxima (%)	Pendiente relativa máxima equivalente
20	0.80	1:125
<u>30</u>	<u>0.75</u>	<u>1:133</u>
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154

Fuente: SIECA 2011, p. 94.

6.13 Cálculo de peralte

El cálculo del peralte (**ed**), se calculó con la siguiente ecuación:

$$ed = \frac{e_{m\acute{a}x}}{(G_{m\acute{a}x})^2} (2 * G_{m\acute{a}x} - G_c) * G_c \quad [26] \text{ Cal y Mayor, p. 97}$$

Dónde:

ed= peralte, %.

e_{máx}= Sobreelevación máxima, m / m.

G_{máx}= Grado de curvatura máximo.

G_c= Grado de curvatura. Vía

Ejemplo 1: Se tienen los siguientes datos de una curva circular simple derecha en una vía con calzada de 6.60 metros:

Datos, PI-5:

$$\begin{array}{lll} \mathbf{R_c} = & 25 \text{ metros} & \mathbf{Est. PI=} \quad 0+290.66 \quad \mathbf{f} = 0.28 \\ \mathbf{G_{m\acute{a}x}} = & 58^\circ 16' & \mathbf{e_{m\acute{a}x}} = \quad 8.0\% \end{array}$$

Remplazando la ecuación -24 y conociendo el Radio del **PI-5**, se obtiene:

$$\mathbf{G_c} = \frac{1145.92}{25}$$

$$\mathbf{G_c} = 45^\circ 50'$$

Remplazando la ecuación -26, el resultado de peralte para el **PI-5** es:

$$ed = \frac{0.08}{(58^\circ 16')^2} [2(58^\circ 16') - 45^\circ 50'] * 45^\circ 50' = 7.60\%$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para proyección de peraltes en el tramo:

Tabla 72: Resultados peralte para los radios trazados

# PI	PC	PI	PT	Rc (metros)	Gc	Peralte Calculado %.	Peralte Adoptado %.
PI-1	0+011.31	0+017.07	0+022.69	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-2	0+041.61	0+063.14	0+082.96	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-3	0+174.09	0+180.90	0+187.66	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-4	0+230.02	0+235.66	0+241.17	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-5	0+275.82	0+290.66	0+302.61	25.000	45.84	7.6	7.6
PI-6	0+403.24	0+408.36	0+413.47	80.000	14.32	3.5	3.5
PI-7	0+478.12	0+484.27	0+490.38	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-8	0+520.22	0+529.29	0+538.34	180.000	6.37	1.7	C.I
PI-9	0+560.14	0+566.15	0+572.14	125.000	9.17	2.3	C.I
PI-10	0+595.75	0+603.31	0+610.84	100.000	11.46	2.8	C.I
PI-11	0+636.27	0+641.45	0+646.57	45.000	25.46	5.5	5.5
PI-12	0+662.55	0+672.37	0+681.99	55.000	20.83	4.7	4.7
PI-13	0+709.29	0+723.00	0+735.01	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-14	0+745.53	0+756.43	0+766.43	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-15	0+820.92	0+825.66	0+830.38	120.000	9.55	2.4	2.4
PI-16	0+854.17	0+859.95	0+865.59	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-17	0+885.21	0+894.22	0+903.13	75.000	15.28	3.6	3.6
PI-18	0+929.35	0+942.03	0+954.70	650.000	1.76	0.5	C.N
PI-19	0+976.97	0+984.01	0+991.04	120.000	9.55	2.4	C.I
PI-20	1+056.83	1+061.93	1+067.02	600.000	1.91	0.5	C.N
PI-21	1+090.30	1+096.33	1+102.35	265.000	4.32	1.1	C.I
PI-22	1+128.66	1+140.73	1+152.48	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-23	1+183.85	1+187.99	1+192.09	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-24	1+206.56	1+223.52	1+239.62	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-25	1+298.67	1+312.98	1+325.38	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-26	1+370.08	1+376.18	1+382.27	365.000	3.14	0.8	C.N
PI-27	1+480.88	1+489.67	1+498.34	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-28	1+525.28	1+534.58	1+543.74	60.000	19.10	4.4	4.4
PI-29	1+599.31	1+613.03	1+625.05	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-30	1+674.29	1+691.23	1+702.40	20.000	57.30	8.0	8.0
PI-31	1+756.34	1+761.16	1+765.89	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-32	1+773.72	1+789.43	1+802.65	30.000	38.20	7.1	7.1
PI-33	1+881.87	1+888.19	1+894.47	80.000	14.32	3.5	3.5
PI-34	1+972.95	1+982.68	1+992.24	60.000	19.10	4.4	4.4

Fuente Sustentantes.

6.14 Longitud de transición (LT)

Para determinar la longitud de transición y la transición del bombeo se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Longitud de transición (LT):

$$LT = m * a * e \quad [27]$$

Dónde:

LT = Longitud de Transición, m.

a = Semiancho de calzada en tangente, m.

e = Peralte de la curva circular en valor absoluto, m/m.

m = Pendiente Relativa.

Transición del bombeo (N):

$$N = \frac{LT \cdot b}{e_D} \quad [28]$$

Dónde:

LT: longitud de transición.

b: bombeo.

e_D: peralte de diseño.

Ejemplo 2: Se tienen los siguientes datos de una curva circular simple derecha en una vía con calzada de 6.60 metros:

Datos, PI-5:

Rc = 25 metros

Est. PI= 0+290.66

b = 3.00%

e_d = 7.60%

m = 1:133

a = 3.30 m

Remplazando las ecuaciones 27-28 y conociendo el Radio del **PI-5**, se obtiene:

$$LT = m * a * e = 133 * 3.30 * 0.076 = 33.36 \text{ metros}$$

$$N = \frac{LT \cdot b}{e_D} = \frac{33.36 * 0.03}{0.076} = 13.16 \text{ metros}$$

6.15 Sobre anchos en curvas

Los sobreanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación, se utilizó la fórmula de Barnett y es la siguiente:

$$Sa = n[R - (\sqrt{R^2 - L^2})] + \frac{0.10V}{\sqrt{R}} \quad [29]$$

Donde:

Sa = Valor sobreancho, metros.

n = Número de carriles de la superficie de rodamiento.

L = Longitud entre el eje frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.

R = Radio de curvatura, metros.

V = Velocidad de diseño de la carretera, kilómetros por hora.

Ejemplo 3: Se tienen los siguientes datos de una curva circular simple derecha en una vía con calzada de 6.60 metros:

Datos, PI-5:

Rc = 25 metros

Est. PI= 0+290.66

n = 2

L = 6.10 metros

VD= 30Km/h

a= 3.30 m

Remplazando la ecuación -29 y 0+290.66 conociendo el Radio del **PI-5**, se obtiene:

$$Sa = 2[25 - (\sqrt{25^2 - 6.10^2})] + \frac{0.10(30)}{\sqrt{25}}$$

$$Sa = 2.10 \text{ metros}$$

Observaciones:

- Valores de Sa por debajo de 0.6 metros son descartados.
- El valor máximo permitido de Sa es de 1.80 metros.

Resultado final:

• Para la curva-5 (**PI-5, Est. 0+290.66**), con calzada de 6.60 metros con radio de 25 metros se adoptó un sobreancho de:

$$Sa = 1.80 \text{ metros, valor máximo permitido.}$$

A continuación, se presentan los resultados de sobreanchos en el tramo **Monte Cristo – Pizotales (2.00 kilómetros)**:

Tabla 73: Sobre anchos en curvas

CURVA No.	Radio	PI	SOBRE ANCHO CALCULADO (m)	SOBRE ANCHO A USAR (m)
PI-1	30.00	0+017.07	1.80	1.80
PI-2	60.00	0+063.14	1.00	1.00
PI-3	60.00	0+180.90	1.00	1.00
PI-4	30.00	0+235.66	1.80	1.80
PI-5	25.00	0+290.66	2.10	1.80
PI-6	80.00	0+408.36	0.80	0.80
PI-7	60.00	0+484.27	1.00	1.00
PI-8	180.00	0+529.29	0.40	0.00
PI-9	125.00	0+566.15	0.60	0.60
PI-10	100.00	0+603.31	0.70	0.70
PI-11	45.00	0+641.45	1.30	1.30
PI-12	55.00	0+672.37	1.10	1.10
PI-13	30.00	0+723.00	1.80	1.80
PI-14	30.00	0+756.43	1.80	1.80
PI-15	120.00	0+825.66	0.60	0.60
PI-16	30.00	0+859.95	1.80	1.80
PI-17	75.00	0+894.22	0.80	0.80
PI-18	650.00	0+942.03	0.20	0.00
PI-19	120.00	0+984.01	0.60	0.60
PI-20	600.00	1+061.93	0.20	0.00
PI-21	265.00	1+096.33	0.30	0.00
PI-22	60.00	1+140.73	1.00	1.00
PI-23	30.00	1+187.99	1.80	1.80
PI-24	60.00	1+223.52	1.00	1.00
PI-25	30.00	1+312.98	1.80	1.80
PI-26	365.00	1+376.1	0.30	0.00
PI-27	60.00	1+489.67	1.00	1.00
PI-28	60.00	1+534.58	1.00	1.00
PI-29	30.00	1+613.03	1.80	1.80
PI-30	20.00	1+691.23	2.60	1.80
PI-31	30.00	1+761.16	1.80	1.80
PI-32	30.00	1+789.43	1.80	1.80
PI-33	80.00	1+888.19	0.80	0.80
PI-34	60.00	1+982.68	1.00	1.00

Fuente: Sustentantes.

6.16 Resultados de alineamiento horizontal

Curva critica: según los resultados de radio trazados (ver tabla 74, p.103), la curva de mayor importancia es el **PI- 5** (R=25 metros), ya que su radio de curvatura es el más cercano al radio mínimo recomendado 20 metros (ver tabla-70, p.94).

Se tienen los siguientes datos de un tramo del alineamiento horizontal de una vía:

Ejemplo-4:

Datos, PI-5: $\Delta = 61^\circ 22' 35.8''$ **Est. PI=**0+290.66 **Rc=**25 metros

Para resolver el problema de una manera más fácil se recomienda que longitud de curva (**L_c**), se calcule como longitud real, es decir, con la expresión:

$$L_c = \frac{\Delta R \pi}{180} \quad [30]$$
$$L_c = \frac{(61^\circ 22' 35.8'') * (25) \pi}{180} = 26.78 \text{ metros}$$

Inicialmente se calcula la Tangente (**T**):

$$T = R * \tan \frac{\Delta}{2} \quad [31]$$
$$T = (25) * \tan \left(\frac{61^\circ 22' 35.8''}{2} \right) = 14.84 \text{ metros}$$

Se denomina Externa (**E**), o sea la distancia entre el PI y el punto medio de la curva:

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} - 1 \right) \quad [32]$$
$$E = 25 * \left(\frac{1}{\cos \frac{61^\circ 22' 35.8''}{2}} - 1 \right) = 4.07 \text{ metros}$$

Otro valor importante es la distancia en línea recta entre el PC y PT, conocida como Cuerda Larga (**CL**):

$$CL = 2R * \left(\frac{\Delta}{2} \right) \quad [33]$$
$$CL = 2 * 25 * \left(\frac{61^\circ 22' 35.8''}{2} \right) = 25.518 \text{ metros}$$

Por último, otro elemento que se considera importante es la ordenada media (**M**), que corresponde a la distancia entre el punto medio de la curva o arco circular y el punto medio de la cuerda larga:

$$M = R * \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2}\right) \quad [34]$$

$$M = 25 * \left(1 - \cos \frac{61^{\circ} 22' 35.8''}{2}\right) = 3.50 \text{ metros}$$

Progresivas de la curva

La progresiva del **PC** se calcula restando de la progresiva del PI el valor de la tangente:

$$PC = \text{Progresiva PI} - T \quad [35]$$

$$PC = 290.66 - 14.84$$

$$PC = 275.82 \approx 0+275.82$$

Mientras que la progresiva del **PT** se obtiene sumando la progresiva del **PC** y la longitud de la curva:

$$PT = \text{Progresiva PC} + LC \quad [36]$$

$$PT = 275.82 + 26.78$$

$$PT = 302.61 \approx 0+302.61$$

CURVAS EN ESPIRAL: El diseño de curvas en espiral está determinado por el radio y la velocidad de proyecto, se recomiendan solamente:

- Cuando la velocidad de proyecto (25km/h), sea mayor a 60 km/h, por lo tanto, a lo largo del tramo no fue necesario proponer curvas en espiral.

A continuación, en la **tabla-74, p. 103**, se presentan los resultados del Alineamiento horizontal del tramo **Monte Cristo – Pizotales** (2.00 kilómetros), se trazaron un total de 34 curvas horizontales, donde destaca el PI-5 y PI-30:

Tabla 74: Resultados del alineamiento horizontal (2.00 Kilómetros)

TABLA DE ELEMETOS DE CURVA								
Curva #	Δ	Tang.	Radio	L. C.	Ext.	PC	PI	PT
PI-1	21°43'50.8"	5.76	30	11.38	0.55	0+011.31	0+017.07	0+022.69
PI-2	39°29'08.7"	21.53	60	41.35	3.75	0+041.61	0+063.14	0+082.96
PI-3	12°57'43.4"	6.82	60	13.57	0.39	0+174.09	0+180.90	0+187.66
PI-4	21°17'13.9"	5.64	30	11.15	0.53	0+230.02	0+235.66	0+241.17
PI-5	61°22'35.8"	14.84	25	26.78	4.07	0+275.82	0+290.66	0+302.61
PI-6	7°19'38.4"	5.12	80	10.23	0.16	0+403.24	0+408.36	0+413.47
PI-7	11°42'13.5"	6.15	60	12.26	0.31	0+478.12	0+484.27	0+490.38
PI-8	5°46'06.5"	9.07	180	18.12	0.23	0+520.22	0+529.29	0+538.34
PI-9	5°30'07.3"	6.01	125	12	0.14	0+560.14	0+566.15	0+572.14
PI-10	8°38'39.8"	7.56	100	15.09	0.29	0+595.75	0+603.31	0+610.84
PI-11	13°06'31.3"	5.17	45	10.3	0.3	0+636.27	0+641.45	0+646.57
PI-12	20°15'09.3"	9.82	55	19.44	0.87	0+662.55	0+672.37	0+681.99
PI-13	49°07'30.8"	13.71	30	25.72	2.98	0+709.29	0+723.00	0+735.01
PI-14	39°54'49.3"	10.89	30	20.9	1.92	0+745.53	0+756.43	0+766.43
PI-15	4°30'56.2"	4.73	120	9.46	0.09	0+820.92	0+825.66	0+830.38
PI-16	21°48'17.2"	5.78	30	11.42	0.55	0+854.17	0+859.95	0+865.59
PI-17	13°41'18.4"	9	75	17.92	0.54	0+885.21	0+894.22	0+903.13
PI-18	2°14'03.9"	12.68	650	25.35	0.12	0+929.35	0+942.03	0+954.70
PI-19	6°43'03.7"	7.04	120	14.07	0.21	0+976.97	0+984.01	0+991.04
PI-20	0°58'23.3"	5.1	600	10.19	0.02	1+056.83	1+061.93	1+067.02
PI-21	2°36'16.6";	6.02	265	12.05	0.07	1+090.30	1+096.33	1+102.35
PI-22	22°45'02.1"	12.07	60	23.82	1.2	1+128.66	1+140.73	1+152.48
PI-23	15°43'48.5"	4.14	30	8.24	0.28	1+183.85	1+187.99	1+192.09
PI-24	31°34'12.9"	16.96	60	33.06	2.35	1+206.56	1+223.52	1+239.62
PI-25	51°01'08.0"	14.32	30	26.71	3.24	1+298.67	1+312.98	1+325.38
PI-26	1°54'48.8"	6.1	365	12.19	0.05	1+370.08	1+376.18	1+382.27
PI-27	16°40'19.6"	8.79	60	17.46	0.64	1+480.88	1+489.67	1+498.34
PI-28	17°37'51.7"	9.31	60	18.46	0.72	1+525.28	1+534.58	1+543.74
PI-29	49°09'33.1"	13.72	30	25.74	2.99	1+599.31	1+613.03	1+625.05
PI-30	80°32'28.6"	16.94	20	28.11	6.21	1+674.29	1+691.23	1+702.40
PI-31	18°14'47.5"	4.82	30	9.55	0.38	1+756.34	1+761.16	1+765.89
PI-32	55°15'06.3"	15.7	30	28.93	3.86	1+773.72	1+789.43	1+802.65
PI-33	9°01'27.5"	6.31	80	12.6	0.25	1+881.87	1+888.19	1+894.47
PI-34	18°25'04.1"	9.73	60	19.29	0.78	1+972.95	1+982.68	1+992.24

Fuente: Sustentantes.

6.17 Alineamiento vertical

Los resultados del alineamiento vertical, muestra que se trazaron un total de 20 curvas verticales:

Tabla 75: Tipos de curvas verticales trazadas

Cant. de PVI	Tipo de curva	DVP	DVA
11	Cresta	35 metros	200 metros
9	Columpio	-	-
Σ 20			

Fuente: Sustentantes.

Ejemplo-5:

PVI-7: **Est. PVI=0+554.66** **P1=13.72 %** **P1=9.74 %** **K=7.54**

En base a las pendientes de entrada y salida, se determino Δ :

$$\Delta = P1 - P2. \quad [37]$$

$$\Delta = 13.72\% - 9.74\%$$

$$\Delta = 3.98\%.$$

Según la **tabla-64, p.88**, la distancia de visibilidad de parada (**DVP**), calculada para el **PVI-7** fue de **31.2** metros, se decidió adoptar **35.0** metros. Se puede comprobar con la **tabla 76** de Distancia de visibilidad de parada y de decisión:

Tabla 76: Datos para el cálculo de distancia de parada en función de la velocidad

Velocidad de diseño (KPH)	Distancia de Visibilidad de Parada (DVP)	Tasa de curvatura (K)	
		Calculada	Para Diseño
20	20	0.6	1
<u>30</u>	<u>35</u>	<u>1.9</u>	<u>2</u>
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7

Fuente: SIECA 2011, pág.125.

Para el cálculo de la longitud de curva mínima del PVI-5, según la tabla-76, para un DVP de 35 metros, se adoptó a K=2:

$$LC_{\min} = K_{\min} (\Delta \times 100) \quad [38]$$

$$LC_{\min} = 2 (0.0398 \times 100)$$

$$LC_{\min} = 7.96 \approx 8.00 \text{ metros.}$$

Para el cálculo de la longitud de curva del PVI-5, en base a **K= 7.54**:

$$LC=K (\Delta \times 100) \quad [39]$$

$$LC=7.54 (0.0398 \times 100)$$

LC=30 metros.

Para el cálculo de la longitud vertical (Lv), del PVI-5:

$$Lv = \frac{\Delta(DVP)^2}{404} \quad [40]$$

$$Lv = \frac{3.98(35)^2}{404} = 12.07 \text{ metros}$$

Condición:

$$DVP \geq Lv \text{ Cresta} \quad [41]$$

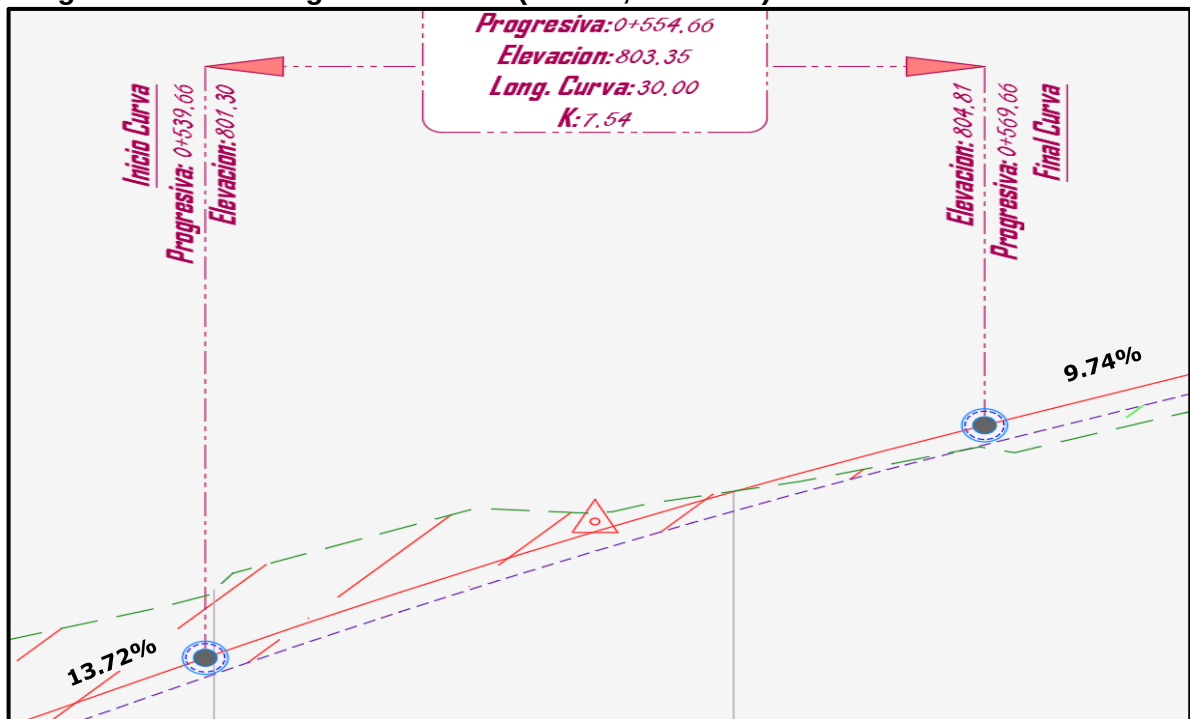
$$DVP \leq Lv \text{ Columpio} \quad [42]$$

Tipo de curva vertical:

$$35 \geq 12.07 \text{ "Curva vertical en Cresta"}$$

A continuación, en la **imagen-22**, se muestra la comprobación de la PVI-5, en el perfil longitudinal trazado en el software Civil-3D:

Imagen-22: Perfil Longitudinal PVI-5 (K=7.54, 0+554.66)



Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

En la **Tabla 77** se presente un reporte del Alineamiento Vertical Proyectado para el tramo Comunidad Monte Cristo (0+000) – Comunidad Pizotales (2+000):

Tabla 77: Alineamiento vertical proyectado

# PVI	PVI Estación	PVI Elevación	P1	P2	Δ	Tipo de Curva Vertical.
1	0+029.71	790.362m	7.95%	-0.43%	8.38%	Cresta
2	0+110.00	790.019m	-0.43%	3.34%	3.76%	Columpio
3	0+199.19	792.995m	3.34%	-13.94%	17.28%	Cresta
4	0+280.81	781.618m	-13.94%	20.99%	34.92%	Columpio
5	0+334.66	792.917m	20.99%	-1.98%	22.96%	Cresta
6	0+460.42	790.427m	-1.98%	13.72%	15.70%	Columpio
7	0+554.66	803.353m	13.72%	9.74%	3.98%	Cresta
8	0+632.12	810.897m	9.74%	24.89%	15.15%	Columpio
9	0+710.86	830.497m	24.89%	19.33%	5.57%	Cresta
10	0+855.37	858.427m	19.33%	9.78%	9.55%	Cresta
11	0+969.71	869.606m	9.78%	-5.06%	14.83%	Cresta
12	1+048.13	865.641m	-5.06%	14.12%	19.18%	Columpio
13	1+180.80	884.380m	14.12%	4.17%	9.95%	Cresta
14	1+248.65	887.211m	4.17%	18.07%	13.89%	Columpio
15	1+317.88	899.720m	18.07%	6.95%	11.11%	Cresta
16	1+493.56	911.936m	6.95%	17.92%	10.97%	Columpio
17	16+23.17	935.165m	17.92%	18.49%	0.57%	Columpio
18	1+697.95	948.989m	18.49%	4.93%	13.55%	Cresta
19	1+841.23	956.059m	4.93%	9.72%	4.79%	Columpio
20	1+954.97	967.115m	9.72%	-4.70%	14.42%	Cresta

Fuente: Sustentantes- Autodesk Civil 3D-2022.

6.18 Planos Finales

En el juego de planos constructivos se incluyen:

- Plano de ubicación geográfica.
- Planos de Planta-perfil en escala horizontal 1:1000 y vertical 1:100.
- Planos de secciones transversales en escala 1:250 vertical y horizontal.
- Plano de sección típica propuesta.
- Plano de detalles típicos constructivos.

6.19 Formato de Planos

El tamaño de impresión para planos fue en el formato **Tabloide**, cuyas medidas son 279 milímetros x 431 milímetros, todo ello fue editado en el software Civil-3D, versión 2022.

6.20 Software Civil-3D

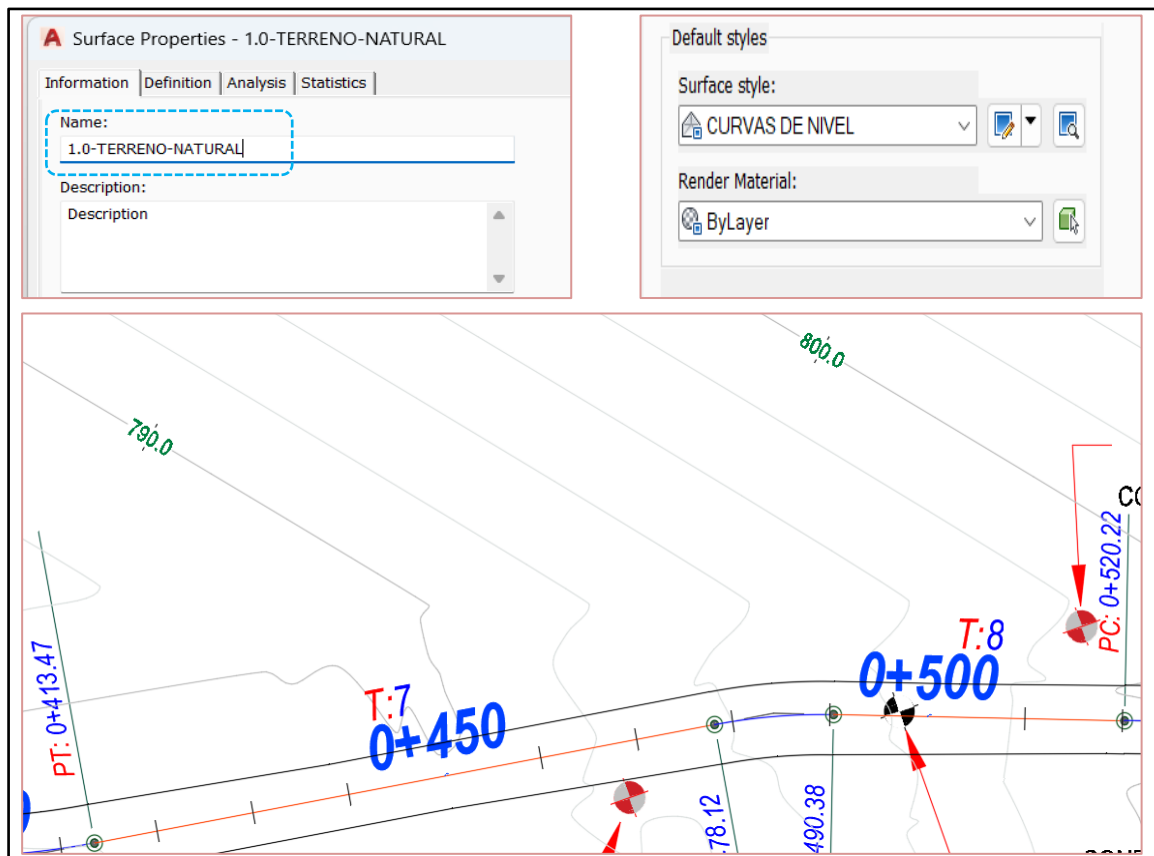
A continuación, se presenta el diseño geométrico de la vía en estudio desarrollado en el software CIVIL3D-2022, el presente fue elaborado de manera concreta basándose en la normativa de la SIECA-2011.

Este software nos permitió comparar y comprobar los resultados obtenidos en los cálculos anteriores (Alineamiento Horizontal y Vertical).

6.20.1. Determinación de la superficie y el eje de la vía

La superficie se generó (**imagen-23**), por el levantamiento topográfico, es decir gracias a los puntos elevaciones y coordenadas obtenidas a través del estudio elaborado a lo largo del eje de la vía, posteriormente se definió la superficie automáticamente bajo el nombre de Terreno Natural y la definición de sus bordes y límites para obtener la superficie de trabajo.

Imagen-23: Determinación de la superficie de la vía

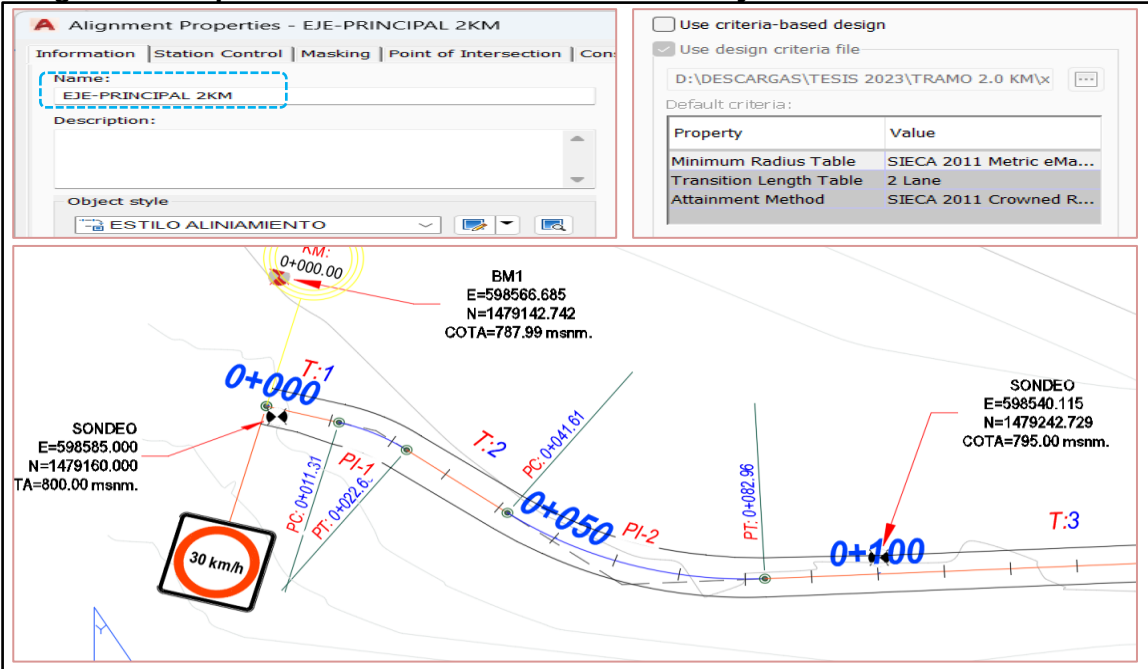


Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

6.20.2 Creación de Alineamiento Horizontal

En la cinta de opciones **Home**, se ejecutó la opción **Alignment** (Alineamiento Horizontal, **imagen-24**), en el cual se definió el punto de Inicio (0+000.00) y el punto final (2+000.00), del tramo, indicando que se utilizaría los criterios de Diseño de la SIECA -2011.

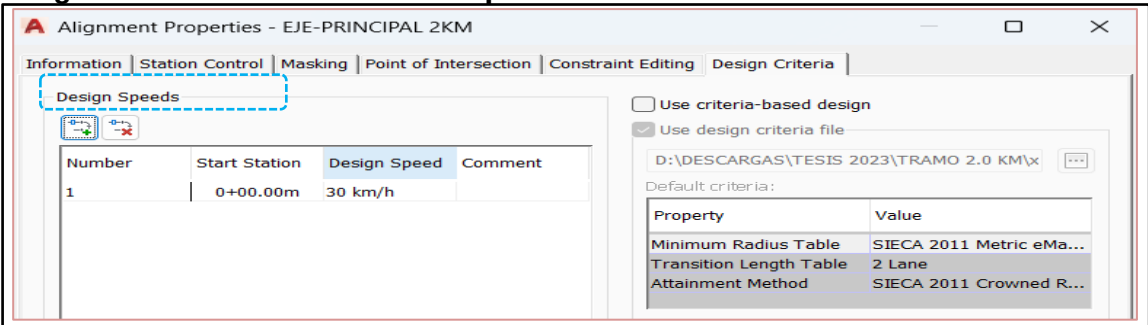
Imagen-24: Propiedades de Alineamiento Horizontal y criterios de diseño



Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

Una vez predimensionado el eje central se procedió a verificar que las curvas horizontales trazadas (34 curvas, **imagen-26**, p.109), cumplieran con el Radio Mínimo permitido (**Criterio Sieca-2011**), el cual es de 20 metros para una velocidad de 30 Km/h.

Imagen-25: Velocidad de diseño para las curvas horizontales trazadas

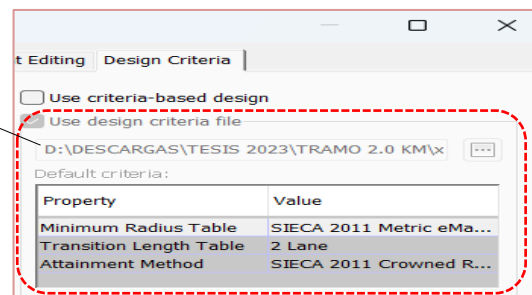


Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

Imagen-26: Curvas Horizontales trazadas (PI-1 – PI-34)

Curva : #	Deflex.	Tang.	Radio	L. C.	Ext.	PC	PI	PT	PI - Este	PI - Norte
PI-1	21°43'50.8"	5.76	30.00	11.38	0.55	0+011.31	0+017.07	0+022.69	598576.423	1479172.471
PI-2	39°29'08.7"	21.53	60.00	41.35	3.75	0+041.61	0+063.14	0+082.96	598570.480	1479218.302
PI-3	12°57'43.4"	6.82	60.00	13.57	0.39	0+174.09	0+180.90	0+187.66	598483.277	1479299.977
PI-4	21°17'13.9"	5.64	30.00	11.15	0.53	0+230.02	0+235.66	0+241.17	598452.694	1479345.468
PI-5	61°22'35.8"	14.84	25.00	26.78	4.07	0+275.82	0+290.66	0+302.61	598440.643	1479399.266
PI-6	7°19'38.4"	5.12	80.00	10.23	0.16	0+403.24	0+408.36	0+413.47	598324.724	1479432.501
PI-7	11°42'13.5"	6.15	60.00	12.26	0.31	0+478.12	0+484.27	0+490.38	598249.662	1479443.947
PI-8	5°46'06.5"	9.07	180.00	18.12	0.23	0+520.22	0+529.29	0+538.34	598207.426	1479459.633
PI-9	5°30'07.3"	6.01	125.00	12.00	0.14	0+560.14	0+566.15	0+572.14	598171.741	1479468.932
PI-10	8°38'39.8"	7.56	100.00	15.09	0.29	0+595.75	0+603.31	0+610.84	598135.035	1479474.814
PI-11	13°06'31.3"	5.17	45.00	10.30	0.30	0+636.27	0+641.45	0+646.57	598098.690	1479486.447
PI-12	20°15'09.3"	9.82	55.00	19.44	0.87	0+662.55	0+672.37	0+681.99	598072.101	1479502.333
PI-13	49°07'30.8"	13.71	30.00	25.72	2.98	0+709.29	0+723.00	0+735.01	598022.139	1479511.687
PI-14	39°54'49.3"	10.89	30.00	20.90	1.92	0+745.53	0+756.43	0+766.43	598004.431	1479542.026
PI-15	4°30'56.2"	4.73	120.00	9.46	0.09	0+820.92	0+825.66	0+830.38	597938.464	1479565.796
PI-16	21°48'17.2"	5.78	30.00	11.42	0.55	0+854.17	0+859.95	0+865.59	597905.383	1479574.846
PI-17	13°41'18.4"	9.00	75.00	17.92	0.54	0+885.21	0+894.22	0+903.13	597877.942	1479595.603
PI-18	2°14'03.9"	12.68	650.00	25.35	0.12	0+929.35	0+942.03	0+954.70	597847.664	1479632.718
PI-19	6°43'03.7"	7.04	120.00	14.07	0.21	0+976.97	0+984.01	0+991.04	597822.413	1479666.262
PI-20	0°58'23.3"	5.10	600.00	10.19	0.02	1+056.83	1+061.93	1+067.02	597768.581	1479722.613
PI-21	2°36'16.6"	6.02	265.00	12.05	0.07	1+090.30	1+096.33	1+102.35	597744.399	1479747.082
PI-22	22°45'02.1"	12.07	60.00	23.82	1.20	1+128.66	1+140.73	1+152.48	597711.784	1479777.212
PI-23	15°43'48.5"	4.14	30.00	8.24	0.28	1+183.85	1+187.99	1+192.09	597667.065	1479793.472
PI-24	31°34'12.9"	16.96	60.00	33.06	2.35	1+206.56	1+223.52	1+239.62	597638.174	1479814.241
PI-25	51°01'08.0"	14.32	30.00	26.71	3.24	1+298.67	1+312.98	1+325.38	597548.089	1479820.765
PI-26	1°54'48.8"	6.10	365.00	12.19	0.05	1+370.08	1+376.18	1+382.27	597510.891	1479874.208
PI-27	16°40'19.6"	8.79	60.00	17.46	0.64	1+480.88	1+489.67	1+498.34	597449.200	1479969.473
PI-28	17°37'51.7"	9.31	60.00	18.46	0.72	1+525.28	1+534.58	1+543.74	597436.595	1480012.706
PI-29	49°09'33.1"	13.72	30.00	25.74	2.99	1+599.31	1+613.03	1+625.05	597392.775	1480077.955
PI-30	80°32'28.6"	16.94	20.00	28.11	6.21	1+674.29	1+691.23	1+702.40	597313.458	1480087.632
PI-31	18°14'47.5"	4.82	30.00	9.55	0.38	1+756.34	1+761.16	1+765.89	597310.152	1480163.257
PI-32	55°15'06.3"	15.70	30.00	28.93	3.86	1+773.72	1+789.43	1+802.65	597317.845	1480190.543
PI-33	9°01'27.5"	6.31	80.00	12.60	0.25	1+881.87	1+888.19	1+894.47	597253.442	1480268.648
PI-34	18°25'04.1"	9.73	60.00	19.29	0.78	1+972.95	1+982.68	1+992.24	597205.494	1480350.101

Las 34 curvas fueron trazadas en base a los criterios de la SIECA-2011, para lo cual se importó un archivo XML. Se selecciono la opción: DESIGN CRITERIA FILE.

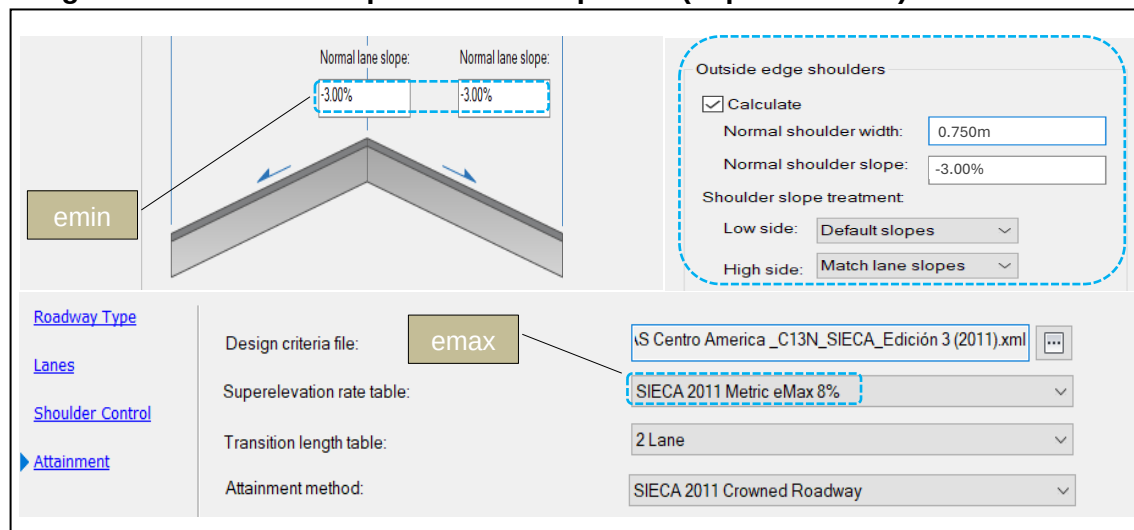


Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

6.20.3 Criterios de peralte

En la pestaña **superelevation** (peraltes), se estableció la calzada y sus componentes como son peralte mínimo ($e_{min}=3.00\%$) y son bombeo ($e_{min}=3.00\%$) y peralte máximo ($e_{max}=8.00\%$).

Imagen-27: Definición de parámetros de peralte (superelevation)



Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

De acuerdo a los criterios de la Sieca-2011 previamente establecidos en Civil-3D, a continuación, se muestra el resultado de sobreelevación para la curva No.5:

Imagen-28: Proyección de peralte de curva horizontal No. 5

Curve.5					
Transition In Region	2+48.91m	2+82.16m	33.250m		
Runout	2+48.91m	2+63.16m	14.250m		
End Normal Sh...	2+48.91m			-3.00%	-3.00%
End Normal Cr...	2+48.91m			-3.00%	-3.00%
Level Crown	2+63.16m			-3.00%	-3.00%
Runoff	2+63.16m	2+82.16m	19.000m		
Level Crown	2+63.16m			-3.00%	-3.00%
Begin Curve	2+75.82m				
Low Shoulder ...	2+77.41m			-3.00%	-3.00%
Reverse Crown	2+77.41m			-3.00%	-3.00%
Begin Full Super	2+82.16m			-7.60%	-7.60%

Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

6.20.4 Criterios de sobreanchos (Sa)

Tomando como referencia la **curva No. 5**, se procedió a verificar los resultados obtenidos:

Ejemplo 6: Se tienen los siguientes datos de una curva circular simple derecha en una vía con calzada de 6.60 metros:

Datos, PI-5:

Rc = 25 metros	Est. PI = 0+290.66	n = 2
L = 6.10 metros	VD = 30Km/h	a = 3.30 m

Para establecer los sobreanchos, se seleccionó la pestaña **Offsett Alignments**, se estableció la calzada y el número de carriles.

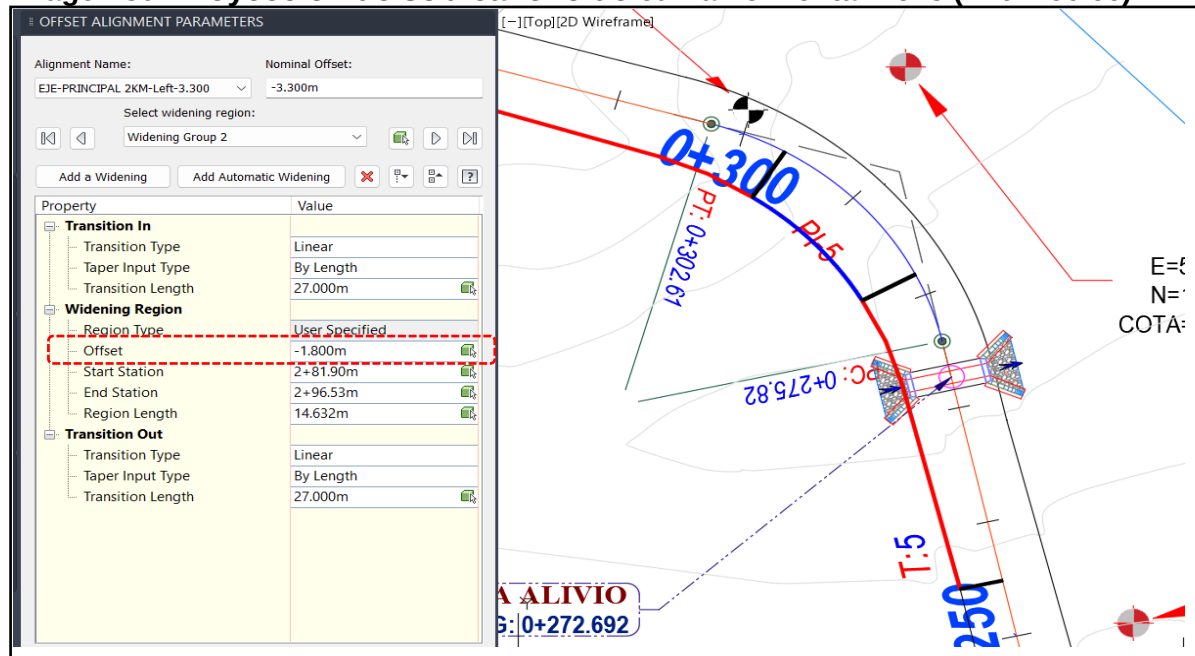
Imagen-29: Configuración de sobreanchos

The screenshot shows the 'Create Offset Alignments' dialog box. The 'Alignment to offset from' is 'EJE-PRINCIPAL 2KM'. The 'Offsets name template' is '<[Parent Alignment Name(CP)]>-<[Side]>-<[Offset Distance]'. The 'Station range' is set from '0+00.00m' to '20+00.00m'. The 'No. of offsets on left' and 'No. of offsets on right' are both set to 1. The 'Incremental offset on left' and 'Incremental offset on right' are both set to 3.300m. The 'Site' is set to '<None>'. The 'General' tab is selected.

Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

El resultado de sobreancho según Civil-3D es de 1.80 metros (**ver imagen-30, pág. 112**).

Imagen-30: Proyección de sobreancho de curva horizontal No. 5 (PI 0+290.66)



Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

6.20.5 Alineamiento Vertical

A continuación, se muestra los resultados del alineamiento vertical del tramo (2.00 Kilómetros), en Civil-3D 2022. El consolidado se muestra en la **imagen-31**, se trazaron en total 20 curvas verticales (9 en columpio, 11 en cresta).

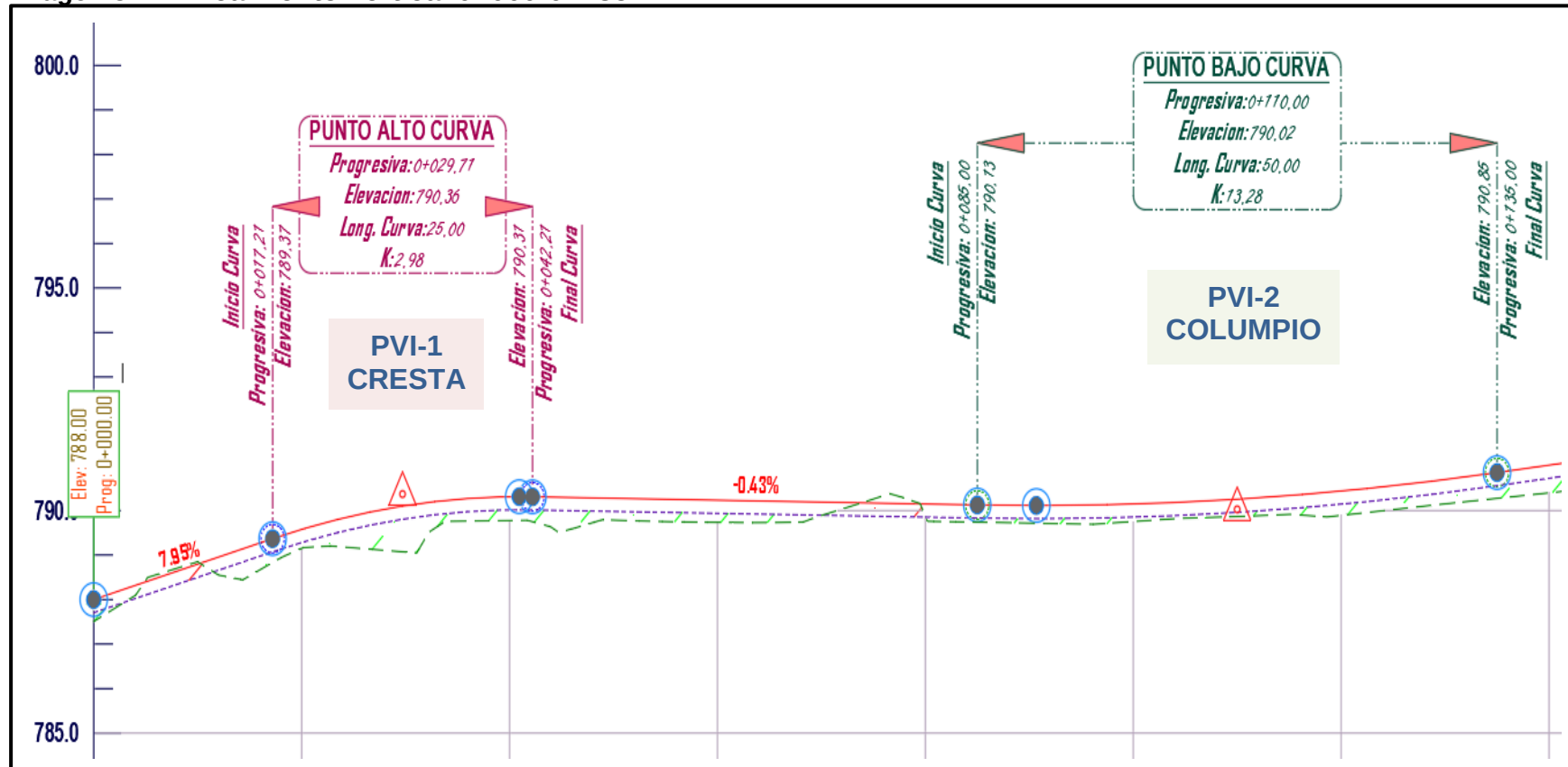
Imagen-31: Curvas verticales trazadas

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	9 columpio	Profile Curve Type	11 cresta	K Value	Curve Radius
1	0+00.00m	788.000m	7.95%	7.95%		Crest	25.000m	2.984	298.416m
2	0+29.71m	790.362m	7.95%	-0.43%	8.38%	Sag	50.000m	13.281	1328.136m
3	1+10.00m	790.019m	-0.43%	3.34%	3.76%	Crest	60.000m	3.473	347.290m
4	1+99.19m	792.995m	3.34%	-13.94%	17.28%	Sag	50.000m	1.432	143.166m
5	2+80.81m	781.618m	-13.94%	20.99%	34.92%	Crest	40.000m	1.742	174.179m
6	3+34.66m	792.917m	20.99%	-1.98%	22.96%	Sag	30.000m	1.911	191.133m
7	4+60.42m	790.427m	-1.98%	13.72%	15.70%	Crest	30.000m	7.545	754.481m
8	5+54.66m	803.353m	13.72%	9.74%	3.98%	Sag	50.000m	3.300	329.987m
9	6+32.12m	810.897m	9.74%	24.89%	15.15%	Crest	60.000m	10.782	1078.163m
10	7+10.86m	830.497m	24.89%	19.33%	5.57%	Crest	40.000m	4.188	418.844m
11	8+55.37m	858.427m	19.33%	9.78%	9.55%	Crest	50.000m	3.371	337.078m
12	9+69.71m	869.606m	9.78%	-5.06%	14.83%	Sag	60.000m	3.128	312.810m
13	10+48.13m	865.641m	-5.06%	14.12%	19.18%	Crest	60.000m	6.030	602.962m
14	11+80.80m	884.380m	14.12%	4.17%	9.95%	Sag	30.000m	2.159	215.934m
15	12+48.65m	887.211m	4.17%	18.07%	13.89%	Crest	40.000m	3.599	359.931m
16	13+17.88m	899.720m	18.07%	6.95%	11.11%	Sag	60.000m	5.470	547.049m
17	14+93.56m	911.936m	6.95%	17.92%	10.97%	Sag	60.000m	105.995	10599.495m
18	16+23.17m	935.165m	17.92%	18.49%	0.57%	Crest	30.000m	2.213	221.342m
19	16+97.95m	948.989m	18.49%	4.93%	13.55%	Sag	80.000m	16.712	1671.215m
20	18+41.23m	956.059m	4.93%	9.72%	4.79%	Crest	50.000m	3.468	346.832m
21	19+54.97m	967.115m	9.72%	-4.70%	14.42%				
22	20+01.66m	964.922m	-4.70%						

Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.

A continuación, en la **imagen-32**, p.113, se presenta un ejemplo del resultado de alineamiento vertical en civil-3D-2022.

Imagen-32: Alineamiento vertical 0+000-0+135



Fuente: Autodesk Civil 3D-2022.



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

CAPÍTULO VII

SEÑALIZACIÓN VIAL

2023

7.1 Introducción

El propósito del señalamiento vial y los dispositivos de control de tránsito, las reglas de justificación para su uso, así como los otros criterios técnicos establecidos en este capítulo, es facilitar y garantizar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía, sean estos flujos automotores, peatonales o de otra índole. Así mismo, los dispositivos de control también tienen por objeto guiar y advertir a los usuarios de la vía conforme sea necesario, para garantizar la operación segura y uniforme de los elementos individuales de la corriente de tránsito.

En síntesis, el señalamiento y los dispositivos de control de tránsito deben ser utilizados para dirigir y asistir a los conductores en las tareas de prevención, guía, orientación y navegación propias de la conducción de un vehículo automotor para garantizar el viaje seguro en cualquier calle, camino o carretera abierta al público. El señalamiento de guía e información debe estar restringido al control del tránsito, usarse cuando sea estrictamente necesario y no se debe utilizar como un anuncio o medio de publicidad de ninguna índole.

7.2 Requisitos que deben cumplir los dispositivos de control de tránsito

1. Satisfacer una necesidad para el adecuado desenvolvimiento del tránsito. Cuando se coloca un dispositivo donde no se requiere, no sólo resulta inútil sino perjudicial por cuanto inspira irrespeto en el usuario. Además, cuando este problema es frecuente, en forma reiterada se violan las expectativas de los usuarios, con lo cual se fomenta una cultura de desobediencia generalizada al señalamiento.
2. Atraer la atención del usuario. Todo dispositivo debe ser advertido por el público. Cuando esto no se cumple, el dispositivo resulta completamente inútil.
3. Transmitir un mensaje claro y sencillo. La indicación suministrada por un dispositivo debe ser lacónica y clara para que sea interpretada rápidamente.

4. Infundir respeto a los usuarios de la vía. Los usuarios deben ser compelidos, por la sensación que brinde el dispositivo, a respetar la indicación que éste transmite. Se debe utilizar un lenguaje formal.
5. Permitir suficiente tiempo y espacio para una respuesta adecuada. Los dispositivos deben tener un diseño y colocarse de modo que el usuario, al advertirlos, tenga suficiente tiempo y espacio para efectuar la maniobra o realizar la acción requerida conforme lo dispongan los mensajes.

Para conseguir los propósitos antes mencionados, deben tenerse en cuenta los siguientes factores básicos: Diseño, Localización, Operación, Uniformidad y Mantenimiento.

7.2.1 Diseño

El diseño y la apariencia exterior del dispositivo tienen gran importancia en el desarrollo de su función. El diseño del dispositivo debe asegurar que cada característica como tamaño, contraste, colores, figura, composición e iluminación o reflectorización, estén combinadas para llamar la atención del usuario hacia el dispositivo. Así mismo, la forma tamaño, colores y simplicidad del mensaje deben combinarse para producir un mensaje claro.

7.2.2 Localización

La ubicación de los dispositivos debe ser tal que garantice que el dispositivo esté dentro del cono visual del usuario, de manera que atraiga su atención y facilite su lectura e interpretación tomando en consideración la velocidad a la que vaya el vehículo.

7.2.3 Uniformidad

La uniformidad de los dispositivos para el control del tránsito simplifica la labor del usuario de las vías públicas, puesto que ayuda al reconocimiento y entendimiento de estos, ofreciendo a los peatones, conductores, inspectores de tránsito y autoridades judiciales, la misma interpretación de un dispositivo dado.

7.2.4 Operación

La operación o aplicación debe asegurar que los dispositivos y equipos apropiados se instalen para cumplir con las demandas del tránsito en un sitio dado. Además, el dispositivo debe ser colocado y operado en una forma uniforme y consistente para asegurar, hasta donde sea posible, que los operadores de vehículos respondan en forma adecuada al dispositivo. (SIECA, 2014, p. 33)

7.2.5 Mantenimiento

El mantenimiento de los dispositivos debe ser de primera calidad para asegurar su legibilidad y visibilidad; los dispositivos limpios, legibles, adecuadamente localizados y en buenas condiciones de funcionamiento, llaman la atención e inspiran el respeto de los conductores y peatones. (SIECA, 2014, p. 33)

7.3 Clasificación de los dispositivos de control de tránsito

Los dispositivos se clasifican en tres categorías según su función:

7.3.1 Dispositivos de reglamentación

Tienen como función informar a los usuarios sobre las disposiciones de la reglamentación del tránsito vigente y la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones que regulan el uso de la vía o suministrar indicaciones exactas para que actúen en determinada forma. **Ver anexos, Tabla, 139- 140 pág. LXXI-LXXII.**

7.3.2 Dispositivos de prevención (advertencia de peligro)

Cumplen la misión de prevenir a los usuarios de la vía de peligros existentes y su naturaleza. **Ver anexos, Tabla 145-146 pág. LXXVI-LXXVII.**

7.3.3 Dispositivos de información

Tienen como objeto guiar al usuario de la vía hacia el lugar de destino, proporcionándole toda aquella información que pueda serle útil para las tareas de navegación, orientación y guía, y proporcionarle cualquier otra indicación que pueda ser de interés para él, en especial para los turistas. **Ver anexos, Tabla, 147-148 pág. LXXVIII-LXXIX.**

7.4 Señales verticales

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifiquen según un análisis de necesidades y estudios de campo. Las señales son esenciales donde rigen regulaciones especiales, tanto en lugares específicos como durante períodos de tiempo específicos, o donde los peligros no sean evidentes para los usuarios.

7.4.1 Requisitos de las señales verticales

Las señales verticales deben satisfacer una necesidad importante, llamar la atención, transmitir un mensaje claro, imponer respeto a los usuarios, guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante, estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción.

7.4.2 Criterios de diseño

- **Zona Rural**

Las señales instaladas al lado de la carretera, en zona rural, deben tener una altura libre de 2.00 metros, desde el borde de la superficie del pavimento hasta la parte inferior de la señal, en caso de que la vía no cuente con hombro (espaldón).

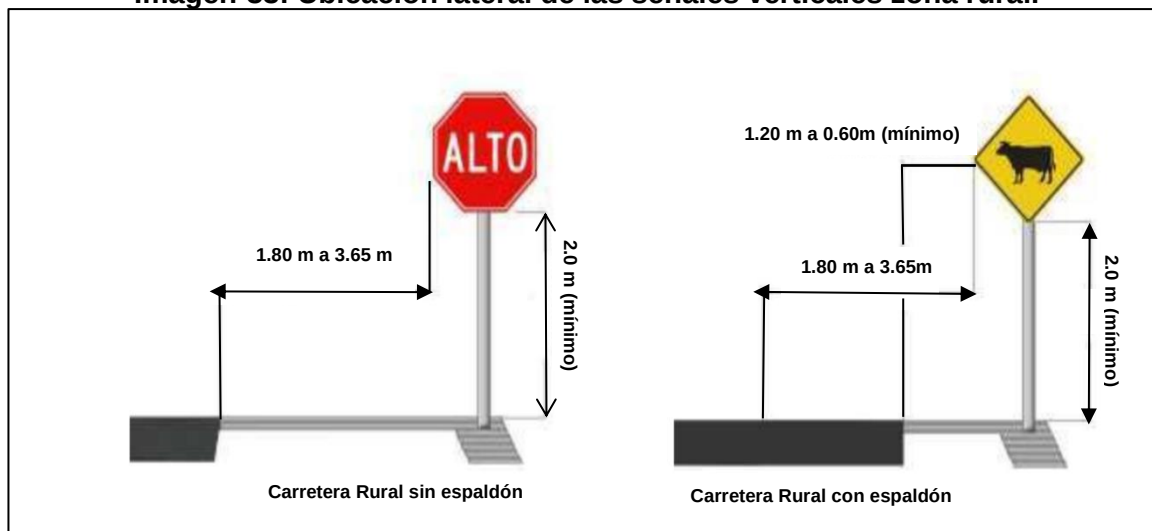
En el hombro (espaldón) del pavimentado, la altura libre también se toma desde la superficie del pavimento y no con respecto al borde exterior del hombro. Si la señal cuenta con una placa complementaria, la altura libre se puede reducir a un mínimo de 1.80 m.

Cuando exista más de una señal en un poste, como en el caso de los ensambles direccionales de información, la señal o placa inferior debe quedar a no menos de 1.80 metros de altura sobre el borde del pavimento.

El Angulo de colocación de las señales

verticales deberá realizarse a 90°, con respecto al eje central del camino.

Imagen-33: Ubicación lateral de las señales verticales zona rural.



Fuente: Manual centroamericano de dispositivos para el control del tránsito- SIECA-2014.

7.5 Clasificación de las señales de reglamentación

Las señales de reglamentación se clasifican según el Manual Centroamericano en los siguientes grupos:

Tabla 78: Clasificación de señales reglamentarias

1- Derechos y Prioridad de Paso	(R-1-1 a R-1-8)
2- Límites de Velocidad	(R-2-1 a R-2-12)
3- Restricción de Giros y Maniobras	(R-3-1a a R-3-19)
4- Serie para Intersecciones con Semáforos	(R-4-1 a R-4-8)
5- Serie para Carriles Reversibles	(R-5-1 a R-5-9)
6- Dirección de Circulación	(R-6-1 a R-6-9)
7- Exclusión de Flujos	(R-7-1 a R-7-23)
8- Estacionamiento	(R-8-1 a R-8-31)
9- Vías Exclusivas	(R-9-1 a R-9-14)
10- Transporte Público	(R-10-1 a R-10-10)
11- Peatones y Cruces protegidos	(R-11-1a a R-11-18)
12- Restricciones de Dimensiones, Peso y Tipo de Carga	(R-12-1 a R-12-5)
13- Otras Restricciones al Conducir	(R-13-1 a R-13-8)
14- Inspección Oficial y Peajes	(R-14-1 a R-14-6)
15- Camino Cerrado y Sentido Obligatorio	(R-15-1 a R-15-15)
16-Confirmación de las Reglas de Conducción	(R-16-1 a R-16-6)

Fuente: Manual centroamericano de dispositivos para el control del tránsito- SIECA-2014.pdf-57.

7.6 Clasificación de las señales de prevención

Las señales de prevención se clasifican según el Manual Centroamericano en los siguientes grupos:

Tabla 79: Clasificación de señales de prevención

1. Cambios en el alineamiento horizontal	P-1-1 a P-1-14
2. Intersecciones	P-2-1 a P-2-8
3. Proximidad a un dispositivo de control	P-3-1 a P-3-7
4. Vías de tránsito convergentes y carreteras divididas	P-4-1 a P-4-4
5. Pasos angostos y claro vertical restringido	P-5-1 a P-5-11
6. Pendientes y rampa de emergencia	P-6-1 a P-6-9
7. Condiciones de peligro	P-7-1 a P-7-35
8. Cruces de ferrocarril y tranvía	P-8-1 a P-8-7
9. Advertencia de la presencia de personas y reductores	P-9-1 a P-9-13
10. Semovientes en la vía	P-10-1 a P-10-9
11. Variaciones y limitaciones en la vía	P-11-1 a P-11-11
12. Delineadores y marcas de objetos	P-12-1 a P-15-5

Fuente: Manual centroamericano de dispositivos para el control del tránsito- SIECA-2014-pdf-77.

7.7 Clasificación de las señales informativas

Las Señales de Información se clasifican en los siguientes grupos:

Tabla 80: Clasificación de señales informativas

1. Señales de Información de Identificación	(II)
2. Señales de Información de Destino	(ID)
3. Señales de Información de Servicios y Turísticas	(IS)
4. Señales de Información de Áreas Silvestres, Recreativas	(IR)
5. Señales de Información de Defensa Civil y Emergencias	(IE)
6. Señales de Información General	(IG)

Fuente: Manual centroamericano de dispositivos para el control del tránsito- SIECA-2014-pdf-96.

- **Tableros de las señales**

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o poliéster reforzado con fibra de vidrio. En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación. En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea inferior a mil metros (1000 m).

En lámina galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea superior o igual a mil metros (1,000m). **Ver Anexos Tabla-149 Pág. LXXIX**

7.8 Propuesta de señalización vertical con respecto al tramo en estudio

La propuesta de señalización vertical se basó en las características de la vía considerando diferentes aspectos como la topografía del terreno, los poblados cercanos, escuelas, fincas adyacentes y por supuesto las recomendaciones del (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito, 2014), de esta manera se propusieron las señalizaciones correspondientes.

Tabla 81: señalización vertical

ESTACIÓN	LADO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO	DIMENSIÓN
0+000	Derecha	R-13-1	No adelantar	Reglamentación	61x91.4
0+100	Derecha	R-2-1	Límites de Velocidad	Reglamentación	61x91.4
0+120	Izquierda	P-2-4	Proximidad de empalme	Preventiva	61x91.4
0+120	Derecha	P-1-5	Proximidad de dos o tres curvas	Preventiva	61x91.4
0+155	Derecha	P-1-5	Proximidad de curvas sucesivas o peligrosas	Preventiva	61x91.4
0+200	Derecha	ID-2-3	Señal de destino Pizotales 2.0 km	Información	31.7X76.2
0+200	Izquierda	ID-2-4	Señal de destino (San Sebastián de Yalí-La Rica)	Información	75x270
0+260	Izquierda	P-6-3	Pendientes pronunciadas mayores al 6%	Preventiva	76.2 x 76.2
0+290	Derecha	P-6-3, P-6-4	Pendientes pronunciadas mayores al 6%	Preventiva	76.2 x 76.2
0+350	Izquierda	P-1-5	curvas sucesivas	Preventiva	76.2 x 76.2
0+440	Derecha	P-6-4	Pendientes pronunciadas mayores al 6%	Preventiva	76.2 x 76.2
0+530	Derecha	P-10-5	Presencia de maquinaria agrícola	Preventiva	76.2 x 76.2
0+620	Derecha	P-1-5	Proximidad de curvas sucesivas o peligrosas	Preventiva	76.2 x 76.2
0+940	Izquierda	P-1-5	Proximidad de curvas sucesivas o peligrosas	Preventiva	76.2 x 76.2
1+020	Derecha	P-6-4	Pendientes pronunciadas mayores al 6%	Preventiva	76.2 x 76.2
1+030	Izquierda	P-10-2	Presencia de semovientes en la vía	Preventiva	76.2 x 76.2
1+050	Izquierda	P-10-5	Presencia de maquinaria agrícola	Preventiva	76.2 x 76.2
1+110	Derecha	P-1-5	curvas sucesivas	Preventiva	76.2 x 76.2
1+350	Izquierda	P-1-5	curvas sucesivas	Preventiva	76.2 x 76.2
1+470	Derecha	P-1-5	curvas sucesivas	Preventiva	76.2 x 76.2
1+820	Derecha	II-5-2	Poblado próximo	Identificación	60x100
1+830	Izquierda	P-1-5	Proximidad de curvas sucesivas o peligrosas	Preventiva	762 x 76.2
1+830	Derecha	E-1-1, E-1-2	Zona escolar	Preventiva	31.7x 76.2
1+980	Derecha	P-9-4	Advertencia de la presencia de personas	Preventiva	76.2 x 76.2
1+990	Izquierda	E-1-3	Zona escolar	Reglamentación	30.5x61
2+000	Izquierda	R-2-1, E-3-1	Límites de Velocidad con ensamble E-3-1 (ZONA POBLADA)	Reglamentación	61X91.4 20.3X61

Nota: Ver set de planos en anexos- Lamina 21 a la 24

Fuente: Elaborado por sustentantes.

7.9 Otros dispositivos

7.9.1 Postes guías de concretos

Se usan postes de concreto conocidos como POSTES GUÍAS, que realizan la función de los delineadores de franja P-12-4a, se deben ubicar en:

- Próximos a alcantarillas, cajas y puentes, para advertir el peligro.

Tabla 82: propuesta de postes guías en obras de drenaje de la vía

ESTACIÓN	Código	Izquierdo	Derecho	Dimensiones	Observaciones
00+267	P-12-4a	2	2	0.50m x 0.91 m	Instalación ambas bandas
00+272	Alcantarilla sencilla 30 pulgadas (TCR)				
00+277	P-12-4a	2	2		Instalación ambas bandas

Fuente: Sustentantes.

Se instalará un total de ocho (8), postes guías de concreto.

7.9.2 Poste de kilometraje

- Se utilizan para indicar la distancia al punto de origen de la vía.
- En nuestro país se usan en un sentido de la vía, y cada poste tiene impreso el número de kilómetro en tres de las caras.

Se propusieron 2 postes guías de concreto 11-4-2a, distribuidos a cada kilómetro, estos usan en un sentido de la vía, y cada poste tiene impreso el número de kilómetro en tres de las caras. El dimensionamiento de los postes puede verse en

Anexos Tabla: 150, pág. LXXX

Tabla 83: Postes de kilometraje

ESTACIÓN	Nº postes	Tipo de poste
1+000	1	11-4-2a
2+000	1	11-4-2a
Total	2	11-4-2a

Fuente: Sustentantes.

7.9.3 Defensas metálicas

Se propone ubicar cuatro (4), defensas metálicas las cuales estarán ubicadas en diferentes puntos debido a su importancia, ya que, existen varias curvas pronunciadas a lo largo del tramo, estas brindarán seguridad al conductor y estarán a una banda de la vía, ver siguiente **Tabla 84, Pag 122.**

Tabla 84: propuesta de defensa metálicas en la vía

ESTACIÓN INICIAL	ESTACIÓN FINAL	Defensa Metálica	Observaciones
BD=00+730	BD=0+770	1	Instalación banda derecha.
BI=01+290	BI=1+330	1	Instalación banda Izquierda.
BI=1+660	BI=1+710	1	Instalación banda Izquierda.
BD=1+760	BD=1+810	1	Instalación banda derecha.
TOTAL		4 DEFENSAS	

Fuente: Sustentantes.

7.10 Señalización horizontal

7.10.1 Definición

La demarcación está constituida por las líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. **Ver anexos, Imagen, 38 pág. LXXX.**

7.10.2 Funciones

Las marcas en el pavimento desempeñan funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de control de tránsito. En algunos casos, se usan como complemento de las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como señales verticales y semáforos. En otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas claramente comprensibles.

Tabla 85: Clasificación de señales horizontales

LÍNEAS LONGITUDINALES	líneas de eje central	Líneas de eje central continuas
		Líneas de eje central discontinuas
		Líneas de eje continuas dobles
		Líneas de eje central combinadas
	líneas de borde o calzada	Líneas de borde o calzada continuas
		Líneas de borde o calzada discontinuas
LÍNEAS TRANSVERSALES	Cruce controlado por señal CEDA EL PASO	
	Cruce controlado por señal PARE	
	Cruce regulado por Semáforo	Pasos peatonales
	Pasos para peatones	Paso Cebra
	Cruce de ciclovías	
	Flechas	Flecha recta
		Flecha de viraje
		Flecha de recta y de salida
		Flecha de incorporación
	Leyendas	Pare
		Velocidad máxima
		Escuela
		Buses
		Estacionamiento
OTROS	Reductores de velocidad	
	Marcadores viales	

Fuente: Manual centroamericano de dispositivos para el control del tránsito- SIECA-2014.

7.10.3 Características

Color: Las demarcaciones en el pavimento deben ser de color blanco y amarillo. El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido, líneas de barrera y franjas de estacionamiento prohibido. También suele usarse el color azul, verde y rojo para marcas zonas especiales.

Materiales: El método usual para demarcar pavimentos es la pintura de tránsito, existen otros materiales tales como termoplásticos, concreto coloreado, incrustaciones en metal cerámica, plástico entre otros. En el anexo 4.1, sección C, pág. 121, se presenta un resumen de las especificaciones técnicas de estos materiales.

Emplazamiento

Se deben demarcar en el centro de la superficie de rodamiento en que se aplican, con excepción de la flecha de Advertencia Inicio Línea de eje central continua, que se demarca al costado izquierdo.

7.11 Propuesta de señalización horizontal.

En la propuesta se consideró:

Km 1+870: Marca horizontal, leyenda —Escuela por ubicación del Colegio.

Km 1+930: Paso peatonal tipo cebra para cruce de estudiantes.

Km 1+980: Marca horizontal, leyenda —Escuela por ubicación del Colegio.

Nota: El ancho de los mensajes en el pavimento debe ser menor que el ancho de un carril. En el caso del carril con ancho menor de 3.00 m, la palabra ESCUELA podrá ser remplazada por la señal E-1-1 demarcada en el pavimento en color blanco.

(Ver set de planos en anexos, Lamina 22)

7.11.1 Propuesta de señalización línea de borde

Las líneas de borde deberán prolongarse desde el punto inicial **00+000** hasta el punto final del tramo **2+000**. No se cortan, ya que, no se encuentran badenes. Ver tabla a continuación

Tabla 86: Resultado línea de borde

LÍNEA DE BORDE				
DE ESTACIÓN	A ESTACIÓN	BANDA	TIPO	LONGITUD
0+000	2+000	Izquierda /Derecha	Continua	4,000 metros

Fuente: Elaborado por sustentantes.

7.11.2 Propuesta de señalización línea continua central

Considerando que el tramo de estudio es una vía Local Rural con dos carriles, y con un TPDA menor a 500 vehículos por día, la línea de eje central se debe prolongar a lo largo de todo el tramo, lo que significa que no habrá líneas discontinuas, dobles continuas o intermitentes. Ver tabla a continuación

Tabla 87: Resultado línea central

LÍNEA CENTRAL DE PAVIMENTO			
DE ESTACIÓN	A ESTACIÓN	TIPO	LONGITUD
0+000	2+000	Continua	2,000 metros

Fuente: Elaborado por sustentantes.

Línea de eje central continúa: Restringen adelantar en zonas pobladas, escolares, puentes, empalmes, curvas horizontales y verticales. Se definen bajo el criterio de 250 metros de distancia de visibilidad para una velocidad máxima de 90 kph. Deben tener un ancho de 12 cm, siempre respetando la medida mínima del carril (3.30 metros) y hombros (0.75 metros). Lo mínimo es 10 cm. de ancho.

CONCLUSIONES

Se determinaron **34 curvas** y **35 tramos rectos**. El tramo presenta una pendiente promedio de **8.48%** (Ondulado), partiendo del inicio del tramo predominan las subidas.

El TPDA resultó de 497 vehículo/día. El número de repeticiones por eje equivalente (ESAL) o W18 estimado en un periodo de 20 años fue: 724,314.00.

Se determinó que los suelos predominantes en la línea son A-2-4 A-2-6, y A-2-7 en menor cantidad se encontraron suelos como A-1-a (0). El cálculo del CBR de la Sub- Rasante resultó de 12.40 %. Se propone como base granular el banco de materiales N°2 (**Exineo Rivera Castillo**), el cual fue estabilizado con cemento al 4.0%.

Los espesores resultantes de diseño corresponden a carpeta de rodamiento (adoquín): 4.0 “pulgadas $\approx$ 10.16 centímetros, arena: 2.0” $\approx$ 5.08 centímetros, base granular estabilizada: 6.0” pulgadas $\approx$ 15.24 centímetros.

Siguiendo los criterios regionales (SIECA-2011), se determinó que el tramo es una vía Local Rural. A partir de la clasificación de la vía se estableció una velocidad de diseño de 30 kilómetros/hora, se definieron los parámetros tal como; coeficiente de fricción longitudinal (0.28), radio mínimo (20 metros), pendiente transversal (3%). Finalmente, mediante el software Civil 3D 2022 permitió comprobar los cálculos realizados y realizar los planos finales.

Dentro de las señales horizontales, se proponen marcas horizontales con la leyenda —Escuela y pasos peatonales para el resguardo del paso de los estudiantes, así como línea central continua y lateral a lo largo del tramo.

Se proponen señales verticales reglamentarias (4), como límites máximos de velocidad, que restringe a los conductores a no exceder la velocidad establecida, señales verticales preventivas (21), señales verticales informativas (3). También se propuso la instalación de postes guías ocho (8), postes de kilometraje dos (2) y defensas metálicas cuatro (4).

RECOMENDACIONES

- Los materiales para revestimiento serán provenientes de la explotación de bancos de material selecto. El material deberá estar libre de sustancias deletéreas o talcosas, teniendo propiedades ligantes tales que permitan una buena compactación y contribuyan a formar una capa de base bien ligada y densa.
- Realizar un corte de 0.30 metros de profundidad (nivel de subrasante) a lo largo de los 2.0 kilómetros del tramo para colocar la estructura de pavimento diseñada.
- El material cortado deberá ser desalojado en su totalidad y reemplazado por el material de los bancos analizados en el estudio.
- Controlar durante el proceso de construcción, cualquier afloramiento posible de materiales indeseables no detectado en el estudio geotécnico.
- Se debe constatar que el material la capa base esté libre de cualquier otro material contaminante, como basura, trozos de árboles o rocas muy grandes, ya que esto podría afectar la resistencia de la estructura.
- Utilizar adoquín tipo tráfico de 3,500 PSI, este deberá cumplir con los requerimientos de la NIC 2019 **sección 504.2.1** y (NTON) Fabricación de adoquines de concreta sección **12 009-10**.
- La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos. Su gradación será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No. 10.
- El espesor de la capa de arena no deberá ser menor de 3 centímetros ni mayor de 4 centímetros, según la **NIC 2019 sección 504.2.3**.

- El espesor suelto correspondiente a la capa de arena deberá estar entre 3 a 5 centímetros. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurarse de que el espesor que se está colocando de arena sin compactar es el correcto, según la **NIC 2019 sección 504.2.3**.
- El sello de arena, usado para rellenar las juntas de adoquines, deberá estar libre de impurezas y de todo material inadecuado en las juntas (maleza, limo, arcilla o cualquier material orgánico), se colocarán de manera uniforme 0.035 m³/m² de material, siendo esparcido finalmente con cepillo de fibra, de manera que las juntas queden completamente llenas, debiendo retirar el material sobrante, según la **NIC 2019 sección 504.2.5**.
- El banco de préstamo seleccionado para material base estabilizado al 4% deberá cumplir con lo especificado en la **sección 1003.21.4** de la NIC 2019.
- Los requisitos para la construcción de la estructura de pavimento articulado (adoquín) deberá cumplir con la **sección 504.3** de la NIC 2019.
- La estructura final de pavimento articulado debe cumplir con los espesores de diseño que en este caso son, 6 pulgadas de base granular estabilizada al 4%, 2.00 pulgadas de Arena y 4 pulgadas de adoquín.
- El contratista ejecutante deberá gestionar el permiso acreditado por INAFOR si se requiere realizar corte de árboles sobre la vía o extracción de material, según la **sección 1101.1 (9)**, de la NIC 2019.
- Antes de iniciar la ejecución del proyecto, se deberá asegurar que el Contratista obtuvo los permisos de aprovechamiento de los bancos de materiales a utilizarse, según la **sección 1101.1 (8)**, de la NIC 2019.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (93). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of state Highways and Transportation Officials. (3.a ed.). Washington, D.C.: Instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos.
- Alcaldía. (2022). *Plan de Desarrollo Urbano*. San Sebastián de Yalí.
- Alcántara, D. (2014). Topografía y sus aplicaciones. México D.F: Compañía Editorial Continental.
- Cal y Mayor, R. (2018). Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones. México: 9na Edición Alfa Omega, Grupo Editorial, S.A.
- Cárdenas, J. (2013). Diseño geométrico de carreteras. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Casanova L. (2002). Topografía plana. Mérida: Taller de Publicaciones Facultad de ingeniería ULA.
- Fernández, Hernández, Baptista. (2006). *Metodología de la investigación. 4ta Edición*. México. D.F.: Mc Graw Hill.
- MTI. (2020). Red Vial de Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura División General de Planificación.
- MTI. (2008). Manual para Revisión de Estudios Geotécnicos. Managua: PAST-Danida.
- MTI. (2020). *Anuario de Aforos de Tráfico. Ministerio de Transporte e Infraestructura*. Managua.
- Nic. (2019). Especificaciones Generales para construcción de caminos, calles y puentes. Managua.
- SIECA. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de pavimentos*. Guatemala: USAID/SIECA No. 0596-0184.20.
- SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, (Tercera Edición)*.
- SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito*. Guatemala: PRIAIAA.



Líder en Ciencia y Tecnología

Facultad de Tecnología
de la Construcción

ANEXOS

UNI RUACS-2023

Fotos de situación actual del tramo



Foto 1. Inicio del tramo, comunidad Monte Cristo Est. 0+000.



Foto 3. Inexistencia de drenaje (Est. 1+40).



Foto 2. Desgaste de la superficie de rodamiento (Est. 0+60).



Foto 4. Final del tramo (Est. 2+000).

BANCOS DE PRESTAMOS



Foto 5. Banco de préstamo #1 a 1.3 al noreste de la Est: 0+000.



Foto 6. Banco de préstamo #2 a 3 km al Sur de la Est: 0+000.

Fuente: Levantado por sustentantes.

Fotos de equipo topográfico



Foto 7. Estación Total (SOKKIA SET 620 K).



Foto 8. GPS (GARMIN 72H).



Foto 9. Brújula.



Foto 10. Bastón de aplomar.



Foto 11. Trípode de aluminio, prisma y cinta.



Foto 12. Spray.

Fuente: Levantado por sustentantes.

Fotos de levantamiento topográfico



Foto 13. Marcando Bm-1.



Foto 14. Levantamiento a cada 20 metros.



Foto 15. Marcando Est. 0+000.



Foto 16. Midiendo Punto de referencia.



Foto 17. Marcando Bm-2.



Foto 18. Cuadrilla de levantamiento.

Fuente: Levantado por sustentantes.

Fotos de levantamiento topográfico



Foto 19. Ancho de actual de la vía (7.00 metros)



Foto 20. Levantamiento de secciones transversales a cada 20 metros.

Fuente: Levantado por sustentantes.

Tabla 88: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
96	1479094.9748	598546.6319	792.6240	"TN"
97	1479099.2310	598541.0394	793.2030	"TN"
98	1479096.6975	598544.3151	792.9690	"TN"
99	1479108.8795	598548.5191	792.3460	"TN"
100	1479106.7489	598551.4214	792.1730	"TN"
101	1479105.2801	598554.1204	791.8520	"TN"
102	1479118.4175	598563.5590	790.9150	"TN"
103	1479120.6644	598560.8127	790.9520	"TN"
104	1479122.7327	598558.5453	791.0570	"TN"
105	1479132.9764	598567.2217	789.7590	"TN"
106	1479131.8925	598569.4633	789.7300	"TN"
107	1479130.3400	598571.4864	789.8210	"TN"
108	1479139.4072	598578.8818	788.7440	"TN"
109	1479141.4074	598576.6659	788.7040	"TN"
110	1479142.9516	598575.1056	788.5260	"TN"
111	1479147.0333	598586.7034	787.5130	"TN"
112	1479149.8231	598583.8166	787.8150	"TN"
113	1479152.2208	598581.0541	787.8510	"TN"
114	1479158.8617	598590.4709	787.0040	"TN"
115	1479156.8496	598591.6546	786.9480	"TN"
116	1479154.6466	598593.2717	786.7470	"TN"
117	1479164.1278	598602.7227	785.6000	"TN"
118	1479161.5612	598603.5115	785.4530	"TN"
119	1479158.7624	598604.5290	785.0580	"TN"
120	1479162.9353	598616.2644	783.7860	"TN"
121	1479165.1911	598615.6946	783.9500	"TN"
122	1479167.5053	598615.3578	783.9370	"TN"
123	1479166.3695	598632.0223	782.2210	"TN"
124	1479168.9245	598631.1818	782.3430	"TN"
125	1479170.6543	598630.5940	782.3820	"TN"
126	1479161.6194	598590.2637	787.6540	"LMTP"
127	1479171.6320	598583.3604	788.6290	"LMTP"
128	1479152.4341	598574.8791	789.4130	"LMTP"
129	1479177.5137	598581.5343	788.6690	"LMTP"
130	1479175.2015	598574.0574	789.2590	"LMTP"
131	1479175.1658	598574.0524	789.2590	"LMTP"
132	1479188.2814	598571.4561	789.8890	"LMTP"
133	1479203.2030	598569.9185	789.8740	"LMTP"
134	1479159.6106	598588.9685	787.0630	"TN"
135	1479155.9577	598583.6035	787.5330	"TN"
136	1479152.3514	598578.1607	787.9670	"TN"
137	1479169.8858	598576.6331	788.5090	"TN"
138	1479170.5336	598579.6067	788.3500	"TN"
139	1479171.6977	598582.7777	788.1230	"TN"
140	1479187.1629	598580.4884	789.2160	"TN"
141	1479186.7015	598577.5179	789.0170	"TN"
142	1479186.5006	598574.5641	789.0480	"TN"
143	1479186.1147	598572.5516	789.3610	"TN"
144	1479199.9140	598571.8259	789.5690	"TN"
145	1479200.2625	598574.5713	789.3890	"TN"
146	1479200.6376	598578.1286	789.3780	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 89: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
147	1479218.2610	598573.7690	789.6120	"TN"
148	1479217.0364	598570.6020	789.6030	"TN"
149	1479215.8640	598567.4907	789.7320	"TN"
150	1479198.2914	598571.2595	789.8780	"ACERA"
151	1479188.3198	598572.3012	789.8600	"ACERA"
152	1479175.3190	598575.0008	789.2690	"ACERA"
153	1479169.3186	598575.0807	789.2370	"ACERA"
154	1479169.3268	598575.3882	789.1940	"ACERA"
155	1479162.3011	598575.5593	789.2410	"ACERA"
156	1479162.3882	598577.3006	789.0100	"ACERA"
157	1479159.5751	598577.3598	789.0160	"ACERA"
158	1479159.5672	598576.6809	789.3920	"ACERA"
159	1479152.4234	598576.9136	788.6330	"ACERA"
160	1479152.3791	598574.8698	789.3090	"ACERA"
161	1479152.3924	598576.1353	789.2900	"ACERA"
162	1479147.8352	598576.4496	788.3560	"ACERA"
163	1479148.2295	598577.4196	788.2230	"ACERA"
164	1479159.9547	598591.9443	786.8680	"CAITE"
165	1479160.8819	598591.5802	786.6350	"CAITE"
166	1479161.6010	598591.9723	786.9360	"BRD"
167	1479163.3916	598600.2751	785.9340	"CAITE"
168	1479164.3946	598600.0232	785.6260	"INVER"
169	1479164.8003	598599.9911	785.9510	"BRD"
170	1479166.0084	598609.3882	784.6680	"CAITE"
171	1479166.9611	598608.9637	784.3900	"INVER"
172	1479167.1899	598608.9399	784.7730	"BRD"
173	1479169.6400	598625.4765	782.8780	"CAITE"
174	1479170.6665	598625.3360	782.5920	"INVER"
175	1479171.0914	598625.3837	782.9690	"BRD"
176	1479192.2601	598580.8658	789.4080	"LMTP"
177	1479207.2652	598577.5279	789.5550	"LMTP"
178	1479226.2156	598570.1471	789.5850	"LMTP"
179	1479226.4459	598570.9218	789.5770	"LMTP"
180	1479230.3648	598569.2787	789.5830	"LMTP"
181	1479228.9865	598566.0122	789.7770	"LMTP"
182	1479217.8166	598557.8263	790.9710	"LMTP"
183	1479228.1706	598556.1838	790.6420	"LMTP"
184	1479229.4756	598556.4767	790.4150	"LMTP"
185	1479233.9004	598561.3559	789.6720	"LMTP"
186	1479256.2991	598536.9242	789.5430	"LMTP"
187	1479250.9246	598533.0391	790.0000	"LMTP"
188	1479205.9885	598576.8762	789.5590	"PL"
189	1479220.9969	598562.7115	789.8780	"TN"
190	1479222.6551	598565.7928	789.5870	"TN"
191	1479224.2775	598568.3294	789.6800	"TN"
192	1479234.4596	598560.4286	789.5920	"TN"
193	1479232.7992	598558.6721	789.6400	"TN"
194	1479230.7151	598556.3248	789.7840	"TN"
195	1479241.4604	598544.5625	789.7230	"TN"
196	1479243.6300	598546.6068	789.6070	"TN"
197	1479245.5789	598548.4274	789.4590	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 90: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
198	1479260.4062	598531.3864	789.7210	"TN"
199	1479258.5392	598529.7941	789.8400	"TN"
200	1479256.6853	598527.9992	789.8670	"TN"
201	1479271.8271	598511.2875	790.4250	"TN"
202	1479273.6041	598513.2367	790.4250	"TN"
203	1479275.2010	598514.8255	790.3830	"TN"
204	1479290.8616	598497.9954	791.2030	"TN"
205	1479288.9694	598496.5103	791.3120	"TN"
206	1479286.9987	598494.5013	791.3310	"TN"
207	1479297.8226	598484.5086	791.4750	"TN"
208	1479299.2154	598486.3142	791.4710	"TN"
209	1479300.5602	598487.7510	791.3330	"TN"
210	1479280.9767	598500.1154	791.2600	"LMTP"
211	1479286.5630	598503.7260	791.1200	"LMTP"
212	1479300.8281	598489.1047	791.4310	"LMTP"
213	1479316.1211	598479.9155	791.0370	"LMTP"
214	1479309.6725	598470.0425	791.5330	"LMTP"
215	1479315.0877	598470.1820	791.0250	"LMTP"
216	1479326.3274	598463.6047	789.9380	"LMTP"
217	1479338.0918	598463.4316	789.0930	"LMTP"
218	1479326.0782	598463.0542	789.9690	"LMTP"
219	1479342.0645	598460.0932	788.4840	"LMTP"
220	1479334.0765	598458.4633	789.1130	"LMTP"
221	1479345.1680	598458.0907	788.3190	"LMTP"
222	1479311.4408	598481.6483	791.1720	"TN"
223	1479310.0178	598479.1693	791.2250	"TN"
224	1479308.6159	598476.7442	791.1820	"TN"
225	1479319.8878	598468.1586	790.4480	"TN"
226	1479321.6337	598470.6151	790.6080	"TN"
227	1479323.5089	598473.2107	790.6490	"TN"
228	1479334.2000	598465.6017	789.4020	"TN"
229	1479332.6219	598463.5010	789.3850	"TN"
230	1479331.0426	598460.8649	789.6440	"TN"
231	1479338.6299	598455.9777	788.5760	"TN"
232	1479339.5667	598458.2725	788.4360	"TN"
233	1479340.3922	598459.9715	788.5050	"TN"
234	1479348.7207	598451.1398	787.0420	"TN"
235	1479349.2990	598452.8022	786.9720	"TN"
236	1479349.9649	598454.7314	786.7900	"TN"
237	1479361.9592	598452.0039	784.3140	"TN"
238	1479361.6582	598449.7906	784.4910	"TN"
239	1479361.4890	598447.6894	784.5920	"TN"
240	1479369.7135	598446.1167	782.9730	"TN"
241	1479370.3085	598448.0532	782.9370	"TN"
242	1479370.9282	598450.3642	782.7050	"TN"
243	1479380.1040	598448.8794	781.3970	"TN"
244	1479379.5785	598446.6157	781.3630	"TN"
245	1479378.3824	598444.2449	781.3610	"TN"
246	1479384.0902	598441.0103	781.4060	"TN"
247	1479386.2633	598443.6864	781.2560	"TN"
248	1479388.7407	598447.3120	781.0000	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 91: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
249	1479397.7742	598441.8373	782.1460	"TN"
250	1479396.4483	598439.2683	782.1670	"TN"
251	1479395.0643	598436.8967	782.2840	"TN"
252	1479401.8455	598430.0127	784.1640	"TN"
253	1479403.4338	598432.1991	783.7410	"TN"
254	1479405.8175	598434.4642	783.5440	"TN"
255	1479408.4866	598429.2369	784.7370	"TN"
256	1479406.2875	598428.0454	784.9410	"TN"
257	1479403.3220	598426.6408	785.2460	"TN"
258	1479405.2587	598420.3006	787.0720	"TN"
259	1479407.4385	598420.7767	786.8070	"TN"
260	1479409.9302	598421.0396	787.0100	"TN"
261	1479410.1944	598426.7609	785.2390	"TN"
262	1479411.5478	598430.7864	784.2720	"TN"
263	1479412.9029	598434.1545	784.2500	"TN"
264	1479422.5605	598430.4481	785.7590	"TN"
265	1479421.9316	598428.7522	785.7320	"TN"
266	1479421.2070	598426.0441	785.6210	"TN"
267	1479431.8685	598423.3098	787.0040	"TN"
268	1479432.1428	598425.3459	787.3100	"TN"
269	1479378.0339	598399.1692	784.1690	"PS AGUA"
270	1479374.7043	598400.6593	783.9820	"PS AGUA"
271	1479370.9886	598401.1338	783.3670	"PS AGUA"
272	1479378.3087	598410.0142	782.9710	"PS AGUA"
273	1479374.5645	598410.9985	782.5800	"PS AGUA"
274	1479372.1606	598411.5218	782.7760	"PS AGUA"
275	1479380.2839	598420.4641	782.3530	"PS AGUA"
276	1479376.1158	598420.9720	781.9330	"PS AGUA"
277	1479372.9175	598421.5479	782.2490	"PS AGUA"
278	1479381.4750	598427.4231	782.0800	"PS AGUA"
279	1479377.1294	598427.9312	781.5150	"PS AGUA"
280	1479374.1337	598427.8948	781.8980	"PS AGUA"
281	1479382.9771	598439.6287	781.4600	"PS AGUA"
282	1479380.2873	598441.5127	781.2490	"PS AGUA"
283	1479378.2908	598442.6779	781.4820	"PS AGUA"
284	1479402.4766	598466.3016	780.5790	"PS AGUA"
285	1479401.3099	598466.9591	780.3900	"PS AGUA"
286	1479399.2154	598467.9075	780.3080	"PS AGUA"
287	1479397.9394	598468.0657	780.5720	"PS AGUA"
288	1479395.6793	598464.4298	780.7030	"PS AGUA"
289	1479397.8671	598463.3126	780.4980	"PS AGUA"
290	1479399.5503	598462.6914	780.4560	"PS AGUA"
291	1479397.2371	598456.9481	780.7610	"PS AGUA"
292	1479395.1331	598458.2983	780.6640	"PS AGUA"
293	1479392.8664	598459.6814	780.8510	"PS AGUA"
294	1479388.8662	598453.8603	780.9210	"PS AGUA"
295	1479390.2772	598452.5442	780.8560	"PS AGUA"
296	1479391.6308	598450.2491	780.9070	"PS AGUA"
297	1479388.2636	598447.5657	780.9980	"PS AGUA"
298	1479386.8634	598448.7888	780.9520	"PS AGUA"
299	1479385.5636	598450.3670	780.8160	"PS AGUA"
300	1479344.5967	598451.8449	787.8910	"LMTP"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 92: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
301	1479366.8863	598452.2515	784.7070	"LMTP"
302	1479378.4901	598450.0448	782.2930	"LMTP"
303	1479365.7829	598446.4419	784.3870	"LMTP"
304	1479377.9550	598443.8416	781.8310	"LMTP"
305	1479383.7050	598439.6915	781.9680	"LMTP"
306	1479390.7132	598447.3791	781.6750	"LMTP"
307	1479413.5196	598435.5683	784.6330	"LMTP"
308	1479412.1849	598426.2315	786.4390	"LMTP"
309	1479394.2374	598432.9523	783.8530	"LMTP"
310	1479422.7009	598423.4941	788.1020	"LMTP"
311	1479399.9603	598426.0366	786.3460	"LMTP"
312	1479415.6621	598401.7574	794.0510	"LMTP"
313	1479411.2546	598409.3649	789.6890	"TN"
314	1479409.1270	598408.7283	789.6980	"TN"
315	1479406.9070	598408.1491	789.8110	"TN"
316	1479408.5258	598401.0744	790.9420	"TN"
317	1479402.2353	598417.7578	788.6690	"LMTP"
318	1479407.0544	598399.7326	792.5440	"LMTP"
319	1479406.1452	598398.8750	792.3320	"LMTP"
320	1479407.6879	598399.5055	792.5560	"TN"
321	1479410.7915	598400.7250	791.0340	"TN"
322	1479413.0508	598401.5084	791.2200	"TN"
323	1479409.6116	598393.5189	793.3300	"ARBL"
324	1479415.2367	598393.9894	792.1140	"TN"
325	1479413.2676	598393.2687	792.0310	"TN"
326	1479411.2617	598392.4718	792.0600	"TN"
327	1479410.1678	598391.8157	793.2340	"TN"
328	1479414.0870	598379.5322	792.8670	"TN"
329	1479416.3837	598380.2988	792.9320	"TN"
330	1479418.8579	598381.1407	793.0850	"TN"
331	1479422.8813	598366.2415	792.3590	"TN"
332	1479420.7693	598365.6212	792.3570	"TN"
333	1479418.5696	598364.7543	792.3160	"TN"
334	1479421.9895	598351.5260	791.6980	"TN"
335	1479424.5220	598352.4245	791.7970	"TN"
336	1479427.5627	598353.4038	791.9120	"TN"
337	1479433.5042	598336.0340	792.1830	"TN"
338	1479431.0021	598335.4323	792.2410	"TN"
339	1479427.6496	598334.4601	791.9910	"TN"
340	1479431.3622	598318.9728	791.7990	"TN"
341	1479434.2616	598319.8185	792.0420	"TN"
342	1479437.9576	598320.8600	792.1180	"TN"
343	1479438.2086	598304.8796	791.0690	"TN"
344	1479435.3906	598304.8949	790.8960	"TN"
345	1479432.5387	598304.7222	790.8960	"TN"
346	1479412.0667	598378.8759	792.6550	"LMTP"
347	1479421.3255	598376.5765	793.5590	"LMTP"
348	1479441.9188	598287.9492	790.9030	"TN"
349	1479439.8603	598287.6333	790.9920	"TN"
350	1479435.7844	598286.7166	790.8230	"TN"
351	1479439.6159	598274.9017	790.5300	"TN"
352	1479441.8037	598273.7845	790.7330	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 93: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
353	1479444.3185	598272.3165	790.6630	"TN"
354	1479445.0872	598259.8166	793.3720	"TN"
355	1479442.6071	598259.4748	793.2780	"TN"
356	1479439.3166	598259.1011	793.4040	"TN"
357	1479441.4049	598245.7210	795.1740	"TN"
358	1479444.4643	598246.6771	794.9510	"TN"
359	1479447.5461	598247.4664	794.9340	"TN"
360	1479452.6502	598232.3260	796.9050	"TN"
361	1479450.2753	598231.3446	796.8720	"TN"
362	1479447.4845	598230.0271	796.9800	"TN"
363	1479453.2191	598218.7331	798.8620	"TN"
364	1479455.0635	598219.6545	798.8230	"TN"
365	1479439.3304	598323.4991	792.3970	"LMTP"
366	1479426.4898	598327.3131	791.7250	"LMTP"
367	1479431.0413	598305.0518	790.8180	"LMTP"
368	1479438.7870	598304.2443	791.2520	"LMTP"
369	1479433.6674	598288.8693	791.2890	"LMTP"
370	1479445.5770	598279.0589	791.3140	"LMTP"
371	1479459.1190	598257.5634	792.5820	"PS AGUA"
372	1479461.2728	598260.1240	791.7310	"PS AGUA"
373	1479463.1540	598262.7796	792.0060	"PS AGUA"
374	1479456.5461	598267.3339	791.6670	"PS AGUA"
375	1479454.2547	598264.6328	791.3210	"PS AGUA"
376	1479452.6284	598262.6816	791.4900	"PS AGUA"
377	1479447.6507	598275.5477	791.4460	"PS AGUA"
378	1479445.5224	598273.1686	790.5090	"PS AGUA"
379	1479444.1692	598271.3469	790.9660	"PS AGUA"
380	1479438.9463	598276.0698	790.3760	"PS AGUA"
381	1479438.6596	598278.9989	790.1590	"PS AGUA"
382	1479438.7956	598283.1994	790.0930	"PS AGUA"
383	1479431.4158	598286.6825	789.4730	"PS AGUA"
384	1479429.2708	598284.1599	789.6900	"PS AGUA"
385	1479426.9593	598281.6668	789.9210	"PS AGUA"
386	1479420.5156	598284.6177	789.3400	"PS AGUA"
387	1479421.7760	598286.9031	789.1290	"PS AGUA"
388	1479422.2139	598290.8915	789.6220	"PS AGUA"
389	1479445.2834	598268.0656	792.8270	"LMTP"
390	1479457.2231	598220.4244	798.8570	"TN"
391	1479464.5877	598212.1480	800.4880	"TN"
392	1479461.4386	598210.7693	800.4580	"TN"
393	1479459.3347	598209.8412	800.4360	"TN"
394	1479457.1307	598208.8671	800.4270	"TN"
395	1479456.4797	598208.5142	801.2000	"TN"
396	1479460.8693	598196.7802	802.2350	"TN"
397	1479463.1481	598197.5138	802.2530	"TN"
398	1479465.4220	598198.0769	802.5870	"TN"
399	1479469.4753	598183.8950	803.4820	"TN"
400	1479466.8630	598183.3585	803.4330	"TN"
401	1479438.4946	598259.5011	793.6860	"LMTP"
402	1479438.8386	598248.9308	794.7580	"LMTP"
403	1479457.6422	598226.9816	798.4800	"LMTP"
404	1479467.3877	598211.2018	801.1440	"LMTP"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 94: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
353	1479444.3185	598272.3165	790.6630	"TN"
354	1479445.0872	598259.8166	793.3720	"TN"
355	1479442.6071	598259.4748	793.2780	"TN"
356	1479439.3166	598259.1011	793.4040	"TN"
357	1479441.4049	598245.7210	795.1740	"TN"
358	1479444.4643	598246.6771	794.9510	"TN"
359	1479447.5461	598247.4664	794.9340	"TN"
360	1479452.6502	598232.3260	796.9050	"TN"
361	1479450.2753	598231.3446	796.8720	"TN"
362	1479447.4845	598230.0271	796.9800	"TN"
363	1479453.2191	598218.7331	798.8620	"TN"
364	1479455.0635	598219.6545	798.8230	"TN"
365	1479439.3304	598323.4991	792.3970	"LMTP"
366	1479426.4898	598327.3131	791.7250	"LMTP"
367	1479431.0413	598305.0518	790.8180	"LMTP"
368	1479438.7870	598304.2443	791.2520	"LMTP"
369	1479433.6674	598288.8693	791.2890	"LMTP"
370	1479445.5770	598279.0589	791.3140	"LMTP"
371	1479459.1190	598257.5634	792.5820	"PS AGUA"
372	1479461.2728	598260.1240	791.7310	"PS AGUA"
373	1479463.1540	598262.7796	792.0060	"PS AGUA"
374	1479456.5461	598267.3339	791.6670	"PS AGUA"
375	1479454.2547	598264.6328	791.3210	"PS AGUA"
376	1479452.6284	598262.6816	791.4900	"PS AGUA"
377	1479447.6507	598275.5477	791.4460	"PS AGUA"
378	1479445.5224	598273.1686	790.5090	"PS AGUA"
379	1479444.1692	598271.3469	790.9660	"PS AGUA"
380	1479438.9463	598276.0698	790.3760	"PS AGUA"
381	1479438.6596	598278.9989	790.1590	"PS AGUA"
382	1479438.7956	598283.1994	790.0930	"PS AGUA"
383	1479431.4158	598286.6825	789.4730	"PS AGUA"
384	1479429.2708	598284.1599	789.6900	"PS AGUA"
385	1479426.9593	598281.6668	789.9210	"PS AGUA"
386	1479420.5156	598284.6177	789.3400	"PS AGUA"
387	1479421.7760	598286.9031	789.1290	"PS AGUA"
388	1479422.2139	598290.8915	789.6220	"PS AGUA"
389	1479445.2834	598268.0656	792.8270	"LMTP"
390	1479457.2231	598220.4244	798.8570	"TN"
391	1479464.5877	598212.1480	800.4880	"TN"
392	1479461.4386	598210.7693	800.4580	"TN"
393	1479459.3347	598209.8412	800.4360	"TN"
394	1479457.1307	598208.8671	800.4270	"TN"
395	1479456.4797	598208.5142	801.2000	"TN"
396	1479460.8693	598196.7802	802.2350	"TN"
397	1479463.1481	598197.5138	802.2530	"TN"
398	1479465.4220	598198.0769	802.5870	"TN"
399	1479469.4753	598183.8950	803.4820	"TN"
400	1479466.8630	598183.3585	803.4330	"TN"
401	1479438.4946	598259.5011	793.6860	"LMTP"
402	1479438.8386	598248.9308	794.7580	"LMTP"
403	1479457.6422	598226.9816	798.4800	"LMTP"
404	1479467.3877	598211.2018	801.1440	"LMTP"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 95: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
405	1479465.6711	598207.9078	801.1180	"LMTP"
406	1479464.4021	598204.8386	801.6080	"LMTP"
407	1479466.8710	598195.1942	803.4690	"LMTP"
408	1479451.4841	598220.1320	799.2850	"LMTP"
409	1479463.6783	598182.5043	803.6120	"TN"
410	1479467.2113	598166.7198	804.6330	"TN"
411	1479469.7621	598167.1238	804.3890	"TN"
412	1479473.0707	598167.8438	804.4710	"TN"
413	1479475.8316	598151.3697	805.8240	"TN"
414	1479473.4888	598150.9144	805.7660	"TN"
415	1479470.4802	598150.2603	806.2010	"TN"
416	1479471.8860	598138.9068	807.4100	"TN"
417	1479474.5106	598139.1816	807.2550	"TN"
418	1479477.4138	598139.7030	807.3080	"TN"
419	1479480.4695	598124.5548	809.7210	"TN"
420	1479478.2536	598123.8494	809.9440	"TN"
421	1479475.3473	598122.9898	810.0790	"TN"
422	1479479.4873	598111.3737	812.8200	"TN"
423	1479481.9087	598112.4590	812.5630	"TN"
424	1479484.3021	598113.3856	812.4470	"TN"
425	1479463.7302	598177.8913	803.7740	"LMTP"
426	1479473.6252	598171.7025	804.2100	"LMTP"
427	1479472.5472	598130.3271	809.2100	"LMTP"
428	1479478.8720	598137.0980	808.0190	"LMTP"
429	1479479.1845	598102.0036	816.8270	"LMTP"
430	1479478.8666	598137.1471	808.3040	"LMTP"
431	1479489.1205	598103.0647	815.2210	"TN"
432	1479486.7849	598101.7733	815.1860	"TN"
433	1479484.8627	598100.6340	815.1290	"TN"
434	1479483.7472	598100.0476	816.3410	"TN"
435	1479490.1482	598090.3879	818.2180	"TN"
436	1479490.9947	598091.0818	817.4490	"TN"
437	1479492.5968	598091.9502	817.5830	"TN"
438	1479495.0774	598093.2775	817.5690	"TN"
439	1479500.7158	598082.6376	819.8630	"TN"
440	1479497.9500	598081.4537	819.7300	"TN"
441	1479495.5818	598080.3945	820.2820	"TN"
442	1479505.7566	598069.3221	822.5610	"TN"
443	1479503.3718	598068.2865	822.4270	"TN"
444	1479500.9469	598067.4010	822.4190	"TN"
445	1479500.1332	598067.1514	823.1080	"TN"
446	1479507.8222	598056.5056	824.9030	"TN"
447	1479505.0685	598056.0314	824.8050	"TN"
448	1479502.9399	598056.0051	824.6330	"TN"
449	1479502.2965	598056.0272	825.0700	"TN"
450	1479503.7201	598046.9443	826.4890	"TN"
451	1479505.9624	598047.0741	826.4520	"TN"
452	1479508.8580	598047.6491	826.5220	"TN"
453	1479511.5058	598037.1696	828.9000	"TN"
454	1479507.6672	598036.1549	828.8250	"TN"
455	1479505.3472	598035.4950	829.4490	"TN"
456	1479510.8403	598025.0294	831.3760	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 96: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
457	1479513.1695	598027.0250	831.0540	"TN"
458	1479515.8344	598029.1067	831.0500	"TN"
459	1479521.0522	598023.4564	832.9340	"TN"
460	1479518.5769	598021.1822	832.9410	"TN"
461	1479515.9178	598018.8065	832.8870	"TN"
462	1479480.5427	598104.3988	816.1710	"LMTP"
463	1479492.3743	598099.6524	816.2660	"LMTP"
464	1479498.7937	598070.6405	822.9370	"LMTP"
465	1479503.2634	598079.6886	820.0970	"LMTP"
466	1479507.1189	598066.0467	823.3050	"LMTP"
467	1479509.9199	598048.3188	826.7600	"LMTP"
468	1479511.2581	598039.9837	828.4460	"LMTP"
469	1479512.5177	598036.6547	829.4770	"LMTP"
470	1479502.0332	598056.1427	825.2970	"LMTP"
471	1479507.6140	598028.3759	831.2800	"LMTP"
472	1479515.4271	598016.9469	833.8450	"LMTP"
473	1479515.4281	598016.9467	833.8460	"LMTP"
474	1479525.5139	598012.5577	835.3380	"TN"
475	1479527.0695	598014.6630	835.4810	"TN"
476	1479529.0768	598017.5135	835.5850	"TN"
477	1479534.3410	598006.8442	837.5970	"TN"
478	1479536.5735	598008.8665	837.8090	"TN"
479	1479538.9877	598010.6021	838.0260	"TN"
480	1479545.8328	598001.0290	839.9460	"TN"
481	1479543.7493	597999.8795	839.9650	"TN"
482	1479541.4648	597998.4472	839.9370	"TN"
483	1479540.6899	597997.9306	840.5080	"TN"
484	1479550.4892	597990.0440	842.7190	"TN"
485	1479550.0380	597989.8211	842.1020	"TN"
486	1479547.5164	597988.9112	842.1140	"TN"
487	1479545.4838	597988.1993	842.4340	"TN"
488	1479549.8865	597973.8885	845.0650	"TN"
489	1479552.0809	597974.9309	845.0240	"TN"
490	1479554.8924	597975.9372	845.1770	"TN"
491	1479558.7861	597964.9597	847.3730	"TN"
492	1479556.0554	597964.1003	847.2040	"TN"
493	1479553.8747	597963.2265	847.1530	"TN"
494	1479558.5408	597949.3450	849.8960	"TN"
495	1479561.1697	597950.5382	849.9390	"TN"
496	1479563.6164	597951.7887	849.8980	"TN"
497	1479567.9019	597940.5585	852.7660	"TN"
498	1479564.4803	597939.9960	852.0540	"TN"
499	1479562.2344	597939.4303	851.9010	"TN"
500	1479566.1305	597925.9689	854.5390	"TN"
501	1479568.6543	597926.7886	854.5960	"TN"
502	1479572.1005	597927.9011	854.5750	"TN"
503	1479577.0604	597910.5667	857.3450	"TN"
504	1479573.7305	597909.7061	857.3070	"TN"
505	1479571.4006	597908.3922	857.4650	"TN"
506	1479575.6011	597900.1655	858.6410	"TN"
507	1479577.8955	597901.5203	858.4900	"TN"
508	1479580.1148	597902.8117	858.7220	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 97: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
509	1479502.4245	598048.1248	827.2910	"TN"
510	1479509.0598	598026.3192	831.8730	"TN"
511	1479520.8486	598025.0413	833.3030	"TN"
512	1479536.2616	598014.4085	837.5470	"TN"
513	1479535.6311	598004.7344	838.7060	"TN"
514	1479544.7333	598005.6285	839.5470	"TN"
515	1479543.1487	597992.4204	842.3020	"TN"
516	1479551.9129	597988.0245	843.5780	"TN"
517	1479556.6583	597953.4378	849.6970	"TN"
518	1479556.4971	597973.5219	846.8410	"TN"
519	1479587.2714	597893.1296	860.5730	"TN"
520	1479585.6163	597891.7679	860.4250	"TN"
521	1479583.7479	597889.9463	860.6460	"TN"
522	1479583.2540	597889.4974	861.2760	"TN"
523	1479592.8151	597879.0828	862.9840	"TN"
524	1479593.3836	597879.8554	862.1010	"TN"
525	1479594.7606	597881.1642	861.9230	"TN"
526	1479604.3465	597874.3911	863.1870	"TN"
527	1479604.4007	597874.4066	863.1910	"TN"
528	1479602.3689	597872.7559	863.1040	"TN"
529	1479599.9925	597871.2228	863.9000	"TN"
530	1479612.0333	597860.2359	865.1670	"TN"
531	1479613.6553	597862.3920	864.8220	"TN"
532	1479615.2776	597864.1216	864.8260	"TN"
533	1479568.7144	597916.2319	856.5790	"LMTP"
534	1479569.0525	597940.5623	853.5340	"LMTP"
535	1479578.4006	597909.9394	858.2960	"LMTP"
536	1479586.7800	597895.3798	860.6030	"LMTP"
537	1479600.8885	597879.3802	862.9290	"LMTP"
538	1479571.9018	597904.1689	858.0900	"LMTP"
539	1479580.1495	597892.2509	861.0130	"LMTP"
540	1479592.5652	597877.7876	863.4220	"LMTP"
541	1479608.5551	597862.5693	865.3230	"LMTP"
542	1479625.4985	597849.0628	866.7970	"LMTP"
543	1479639.7561	597838.6945	868.4480	"LMTP"
544	1479624.1994	597857.3237	865.9740	"TN"
545	1479623.0379	597855.1387	865.8050	"TN"
546	1479621.7190	597853.1692	866.0130	"TN"
547	1479631.7796	597844.8042	867.2330	"TN"
548	1479633.2414	597846.8295	867.2710	"TN"
549	1479634.9968	597849.2218	867.2820	"TN"
550	1479641.0273	597838.8402	868.4780	"TN"
551	1479642.9234	597840.9796	868.7090	"TN"
552	1479644.6408	597843.2399	869.1390	"TN"
553	1479654.9739	597836.0900	869.6710	"TN"
554	1479653.0300	597833.5583	869.4640	"TN"
555	1479651.4170	597831.5320	869.1790	"TN"
556	1479662.9871	597822.2116	867.8180	"TN"
557	1479664.5834	597824.2964	867.8230	"TN"
558	1479666.5091	597826.4410	867.6990	"TN"
559	1479670.2971	597815.3849	866.9310	"TN"
560	1479671.8654	597817.3866	866.8600	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 98: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
561	1479673.7950	597819.9691	866.8880	"TN"
562	1479688.2010	597805.5703	866.4490	"TN"
563	1479686.5292	597803.8079	866.4590	"TN"
564	1479684.5576	597801.7338	866.4540	"TN"
565	1479696.1790	597789.4156	867.1500	"TN"
566	1479696.7749	597790.2429	866.7040	"TN"
567	1479697.9112	597791.6882	866.6540	"TN"
568	1479699.9118	597793.6534	866.5450	"TN"
569	1479717.4560	597771.2285	867.3600	"TN"
570	1479719.0781	597772.9061	867.4290	"TN"
571	1479641.3970	597846.6409	869.5680	"LMTP"
572	1479652.6749	597838.7805	870.8320	"LMTP"
573	1479664.4168	597829.5580	868.7130	"LMTP"
574	1479696.9912	597788.1963	867.0600	"LMTP"
575	1479687.1350	597797.8330	866.8100	"LMTP"
576	1479672.1613	597812.7538	867.0230	"LMTP"
577	1479656.6277	597826.5820	868.7690	"LMTP"
578	1479721.4304	597775.5000	867.3400	"TN"
579	1479721.6530	597775.7580	867.3520	"TN"
580	1479734.2065	597762.4197	868.7970	"TN"
581	1479732.5341	597760.4982	868.8120	"TN"
582	1479730.9002	597758.6057	868.9960	"TN"
583	1479739.7112	597748.0236	870.9000	"TN"
584	1479742.2093	597749.8861	870.7320	"TN"
585	1479744.3131	597751.8620	870.6740	"TN"
586	1479754.7996	597740.4194	872.7410	"TN"
587	1479753.1463	597738.4411	872.9570	"TN"
588	1479751.3616	597736.4587	872.7940	"TN"
589	1479761.0408	597726.3406	874.8400	"TN"
590	1479763.3322	597728.0990	875.0280	"TN"
591	1479765.0371	597729.3343	875.2470	"TN"
592	1479765.6317	597729.6813	875.0500	"TN"
593	1479776.3030	597716.7821	877.2070	"TN"
594	1479775.1421	597715.9968	877.7490	"TN"
595	1479773.2425	597714.7121	877.4820	"TN"
596	1479771.0332	597713.1523	877.4090	"TN"
597	1479777.3038	597703.1252	879.3380	"TN"
598	1479779.3614	597704.1575	879.3610	"TN"
599	1479781.6153	597704.8032	879.5140	"TN"
600	1479782.7633	597705.2779	879.7460	"TN"
601	1479788.9503	597688.4206	881.9450	"TN"
602	1479787.4881	597687.9106	882.2440	"TN"
603	1479785.7028	597687.1455	882.0900	"TN"
604	1479783.6274	597686.4188	882.0870	"TN"
605	1479788.6384	597669.8658	883.7760	"TN"
606	1479791.3844	597671.3149	883.9480	"TN"
607	1479793.8351	597672.5400	883.9990	"TN"
608	1479745.9256	597751.3908	872.0660	"LMTP"
609	1479765.7377	597730.7138	875.2670	"LMTP"
610	1479779.5515	597714.5687	878.8310	"LMTP"
611	1479780.4458	597713.0389	879.7050	"LMTP"
612	1479781.1984	597710.3706	880.1400	"LMTP"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 99: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
613	1479732.9504	597755.6687	869.5240	"LMTP"
614	1479735.6580	597750.5509	870.0010	"LMTP"
615	1479761.5551	597723.4828	875.5820	"LMTP"
616	1479769.3766	597713.5417	877.0250	"LMTP"
617	1479774.8469	597706.1394	878.8260	"LMTP"
618	1479780.0888	597691.9527	880.7990	"LMTP"
619	1479798.2270	597668.6159	887.5870	"LMTP"
620	1479784.8833	597678.1962	883.1190	"LMTP"
621	1479788.2844	597668.4295	883.4160	"LMTP"
622	1479792.8789	597660.8637	883.5530	"LMTP"
623	1479801.0518	597647.9202	882.9780	"LMTP"
624	1479806.1513	597635.5855	883.5800	"LMTP"
625	1479797.1863	597667.5726	884.3030	"TN"
626	1479796.6300	597667.1730	884.5320	"TN"
627	1479796.0795	597666.8018	884.1790	"TN"
628	1479794.7092	597665.7834	884.1900	"TN"
629	1479793.2122	597664.6733	884.2090	"TN"
630	1479806.7373	597657.2692	886.0560	"TN"
631	1479805.1716	597656.1373	884.7180	"TN"
632	1479803.8460	597655.3292	884.5190	"TN"
633	1479802.2933	597654.5640	884.5750	"TN"
634	1479800.1012	597653.3813	883.9410	"TN"
635	1479806.8420	597640.2788	883.6180	"TN"
636	1479807.8666	597640.9907	884.8820	"TN"
637	1479809.8747	597642.3779	885.0920	"TN"
638	1479811.1391	597643.0300	885.0890	"TN"
639	1479811.8733	597643.1692	885.4850	"TN"
640	1479812.9017	597643.7232	885.6030	"TN"
641	1479817.3907	597629.7786	886.8880	"TN"
642	1479816.5991	597629.5929	885.8900	"TN"
643	1479815.3253	597629.5497	885.9420	"TN"
644	1479813.6409	597629.3285	886.0060	"TN"
645	1479811.2993	597628.9199	885.8000	"TN"
646	1479809.9130	597628.6638	884.7990	"TN"
647	1479811.5746	597620.9692	887.0550	"TN"
648	1479813.6776	597621.1619	886.7590	"TN"
649	1479815.8831	597621.3063	887.0290	"TN"
650	1479817.7293	597621.2887	888.1700	"TN"
651	1479812.4015	597611.6102	888.2590	"TN"
652	1479814.2228	597611.8477	888.3130	"TN"
653	1479816.9061	597611.8576	888.3140	"TN"
654	1479817.8438	597612.0545	889.0450	"TN"
655	1479818.9499	597599.6791	889.4810	"TN"
656	1479818.0556	597599.4949	889.5960	"TN"
657	1479816.5041	597599.1743	889.5230	"TN"
658	1479813.5987	597598.6012	889.4780	"TN"
659	1479815.4683	597584.6195	890.7180	"TN"
660	1479816.2744	597584.5594	891.3240	"TN"
661	1479818.7685	597584.8392	891.2540	"TN"
662	1479820.1384	597584.9180	891.3600	"TN"
663	1479821.3393	597584.9586	891.7130	"TN"
664	1479815.9777	597570.6621	893.7910	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 100: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
665	1479818.0719	597570.7504	893.9230	"TN"
666	1479818.7152	597570.7079	893.6060	"TN"
667	1479820.3877	597570.7041	893.7150	"TN"
668	1479822.4084	597570.7369	893.9900	"TN"
669	1479822.9582	597570.8827	893.4410	"TN"
670	1479823.6475	597570.8657	894.1170	"TN"
671	1479815.0958	597561.1275	896.6000	"TN"
672	1479816.0352	597560.8486	896.6070	"TN"
673	1479816.8313	597560.6232	895.8790	"TN"
674	1479820.2620	597560.8125	896.0030	"TN"
675	1479822.1951	597561.1538	896.2100	"TN"
676	1479823.0749	597561.3267	897.0280	"TN"
677	1479823.9104	597555.1002	898.3580	"TN"
678	1479823.3487	597554.8456	897.5290	"TN"
679	1479822.8512	597554.6759	897.7080	"TN"
680	1479822.3777	597554.4942	897.4450	"TN"
681	1479820.4940	597554.0745	897.4790	"TN"
682	1479818.2874	597553.5162	897.3460	"TN"
683	1479816.9897	597553.1534	898.1540	"TN"
684	1479816.0397	597552.8906	898.1350	"TN"
685	1479821.5057	597545.3464	899.1580	"TN"
686	1479821.7972	597545.7179	898.7060	"TN"
687	1479823.9417	597547.3959	898.6780	"TN"
688	1479825.7610	597548.6520	898.7580	"TN"
689	1479826.6864	597549.3778	899.0400	"TN"
690	1479827.1680	597549.6956	900.1070	"TN"
691	1479833.9422	597543.5986	900.0900	"TN"
692	1479833.4104	597542.8819	899.3190	"TN"
693	1479832.9911	597542.3678	899.7020	"TN"
694	1479832.7063	597541.8174	899.3790	"TN"
695	1479831.6900	597540.2090	899.5020	"TN"
696	1479830.4489	597538.2911	899.5150	"TN"
697	1479842.5370	597529.7107	899.3700	"TN"
698	1479842.9037	597530.4282	899.7980	"TN"
699	1479843.8057	597532.1883	899.9680	"TN"
700	1479844.7758	597533.7448	900.0770	"TN"
701	1479845.7574	597535.6305	900.5800	"TN"
702	1479860.7709	597523.5329	901.5590	"TN"
703	1479860.4273	597523.1005	900.8220	"TN"
704	1479859.8017	597522.2476	901.0260	"TN"
705	1479858.6409	597520.7318	901.0020	"TN"
706	1479857.2040	597518.7892	900.9600	"TN"
707	1479871.5315	597508.4333	902.7990	"TN"
708	1479872.1300	597509.3640	902.7180	"TN"
709	1479872.8289	597510.7805	902.6290	"TN"
710	1479873.8232	597512.4117	902.7030	"TN"
711	1479874.5818	597513.8559	903.0510	"TN"
712	1479889.2019	597505.1630	904.5370	"TN"
713	1479888.4855	597504.2194	904.0360	"TN"
714	1479887.6206	597502.4314	904.0190	"TN"
715	1479886.6643	597499.9396	904.0490	"TN"
716	1479898.3791	597492.4836	905.1600	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 101: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
665	1479818.0719	597570.7504	893.9230	"TN"
666	1479818.7152	597570.7079	893.6060	"TN"
667	1479820.3877	597570.7041	893.7150	"TN"
668	1479822.4084	597570.7369	893.9900	"TN"
669	1479822.9582	597570.8827	893.4410	"TN"
670	1479823.6475	597570.8657	894.1170	"TN"
671	1479815.0958	597561.1275	896.6000	"TN"
672	1479816.0352	597560.8486	896.6070	"TN"
673	1479816.8313	597560.6232	895.8790	"TN"
674	1479820.2620	597560.8125	896.0030	"TN"
675	1479822.1951	597561.1538	896.2100	"TN"
676	1479823.0749	597561.3267	897.0280	"TN"
677	1479823.9104	597555.1002	898.3580	"TN"
678	1479823.3487	597554.8456	897.5290	"TN"
679	1479822.8512	597554.6759	897.7080	"TN"
680	1479822.3777	597554.4942	897.4450	"TN"
681	1479820.4940	597554.0745	897.4790	"TN"
682	1479818.2874	597553.5162	897.3460	"TN"
683	1479816.9897	597553.1534	898.1540	"TN"
684	1479816.0397	597552.8906	898.1350	"TN"
685	1479821.5057	597545.3464	899.1580	"TN"
686	1479821.7972	597545.7179	898.7060	"TN"
687	1479823.9417	597547.3959	898.6780	"TN"
688	1479825.7610	597548.6520	898.7580	"TN"
689	1479826.6864	597549.3778	899.0400	"TN"
690	1479827.1680	597549.6956	900.1070	"TN"
691	1479833.9422	597543.5986	900.0900	"TN"
692	1479833.4104	597542.8819	899.3190	"TN"
693	1479832.9911	597542.3678	899.7020	"TN"
694	1479832.7063	597541.8174	899.3790	"TN"
695	1479831.6900	597540.2090	899.5020	"TN"
696	1479830.4489	597538.2911	899.5150	"TN"
697	1479842.5370	597529.7107	899.3700	"TN"
698	1479842.9037	597530.4282	899.7980	"TN"
699	1479843.8057	597532.1883	899.9680	"TN"
700	1479844.7758	597533.7448	900.0770	"TN"
701	1479845.7574	597535.6305	900.5800	"TN"
702	1479860.7709	597523.5329	901.5590	"TN"
703	1479860.4273	597523.1005	900.8220	"TN"
704	1479859.8017	597522.2476	901.0260	"TN"
705	1479858.6409	597520.7318	901.0020	"TN"
706	1479857.2040	597518.7892	900.9600	"TN"
707	1479871.5315	597508.4333	902.7990	"TN"
708	1479872.1300	597509.3640	902.7180	"TN"
709	1479872.8289	597510.7805	902.6290	"TN"
710	1479873.8232	597512.4117	902.7030	"TN"
711	1479874.5818	597513.8559	903.0510	"TN"
712	1479889.2019	597505.1630	904.5370	"TN"
713	1479888.4855	597504.2194	904.0360	"TN"
714	1479887.6206	597502.4314	904.0190	"TN"
715	1479886.6643	597499.9396	904.0490	"TN"
716	1479898.3791	597492.4836	905.1600	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 102: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
717	1479898.6185	597492.9963	905.1400	"TN"
718	1479899.5891	597494.7118	905.2260	"TN"
719	1479900.6963	597496.6334	905.2330	"TN"
720	1479813.6099	597588.7206	889.7260	"LMTP"
721	1479814.5535	597561.5179	896.2220	"LMTP"
722	1479815.8207	597552.2473	898.1410	"LMTP"
723	1479819.1689	597546.9876	899.2310	"LMTP"
724	1479822.1846	597544.1030	898.9590	"LMTP"
725	1479835.5864	597533.3376	899.1330	"LMTP"
726	1479820.5772	597593.7760	891.1100	"LMTP"
727	1479824.1844	597564.6813	896.7800	"LMTP"
728	1479824.2444	597556.4130	900.0130	"LMTP"
729	1479825.5552	597553.9062	900.6220	"LMTP"
730	1479827.7085	597550.5310	901.4340	"LMTP"
731	1479836.1494	597542.6275	900.9680	"LMTP"
732	1479863.9442	597521.4623	903.5250	"LMTP"
733	1479893.3151	597495.0430	904.8580	"LMTP"
734	1479901.3541	597497.9276	905.5600	"TN"
735	1479900.8473	597497.1323	905.3220	"TN"
736	1479908.4894	597485.9522	906.1930	"TN"
737	1479909.0062	597486.6557	906.1870	"TN"
738	1479910.1416	597488.0512	906.2990	"TN"
739	1479911.5802	597489.7454	906.4830	"TN"
740	1479912.2641	597490.9467	906.4610	"TN"
741	1479926.3625	597481.2992	907.5880	"TN"
742	1479926.0637	597480.7904	907.2960	"TN"
743	1479925.4221	597479.5664	907.3910	"TN"
744	1479924.4594	597477.9502	907.3660	"TN"
745	1479922.8976	597475.8493	907.4840	"TN"
746	1479933.8074	597467.6981	907.9510	"TN"
747	1479934.3937	597468.4171	908.0650	"TN"
748	1479935.6606	597470.2104	908.0990	"TN"
749	1479936.7310	597471.5416	908.3530	"TN"
750	1479937.7200	597473.6105	908.1720	"TN"
751	1479951.2257	597464.9615	909.0230	"TN"
752	1479950.6193	597463.5130	909.1420	"TN"
753	1479949.7093	597461.7638	909.1740	"TN"
754	1479948.4389	597459.6712	909.0030	"TN"
755	1479947.9929	597458.7830	908.5870	"TN"
756	1479962.8289	597450.3198	910.1620	"TN"
757	1479963.5291	597451.6626	910.8020	"TN"
758	1479964.4784	597453.7263	910.8430	"TN"
759	1479965.3235	597455.6233	910.9230	"TN"
760	1479965.9903	597456.8158	911.2230	"TN"
761	1479979.2633	597443.6196	913.0610	"TN"
762	1479980.1881	597446.1269	913.1070	"TN"
763	1479981.5041	597449.3173	913.2520	"TN"
764	1479993.9462	597438.6900	915.6900	"TN"
765	1479994.7233	597441.3446	915.6850	"TN"
766	1479995.2976	597443.4515	915.7590	"TN"
767	1479995.5842	597444.4995	915.7210	"TN"
768	1480005.0075	597441.8730	917.0620	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 103: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
769	1480003.6269	597438.7621	917.2610	"TN"
770	1480002.5751	597435.8437	917.2810	"TN"
771	1480016.0115	597430.3359	920.1870	"TN"
772	1480016.9699	597432.2029	920.1870	"TN"
773	1480017.9061	597434.1213	920.1800	"TN"
774	1480019.5630	597436.0367	919.9800	"TN"
775	1480019.6328	597436.6541	920.8320	"TN"
776	1480019.9232	597437.3881	920.9960	"TN"
777	1479915.0288	597481.0445	906.4190	"LMTP"
778	1479941.2008	597462.3717	908.5050	"LMTP"
779	1479955.8013	597453.0726	909.3350	"LMTP"
780	1479909.2280	597492.9997	906.4010	"LMTP"
781	1479941.4103	597471.5383	909.6300	"LMTP"
782	1479953.1437	597464.7743	910.1260	"LMTP"
783	1479969.3751	597455.2859	912.0780	"LMTP"
784	1479971.4094	597445.6366	911.5320	"LMTP"
785	1479988.0350	597446.9130	914.8440	"LMTP"
786	1480007.1855	597433.5791	918.4150	"LMTP"
787	1480027.7629	597431.8927	923.3030	"TN"
788	1480027.1190	597430.8283	922.1150	"TN"
789	1480026.4805	597429.5944	922.5640	"TN"
790	1480025.2984	597427.3932	922.3740	"TN"
791	1480024.0124	597425.1027	922.4080	"TN"
792	1480042.3021	597412.0625	926.9900	"TN"
793	1480044.3184	597414.4632	927.1870	"TN"
794	1480045.3494	597415.9880	927.2520	"TN"
795	1480046.0454	597416.8409	927.4720	"TN"
796	1480062.6174	597407.5183	929.9470	"TN"
797	1480062.4843	597406.7749	929.2340	"TN"
798	1480061.8490	597405.8893	929.4020	"TN"
799	1480060.7000	597404.1089	929.4570	"TN"
800	1480058.7394	597401.1112	928.9850	"TN"
801	1480068.1265	597392.9377	931.5460	"TN"
802	1480070.5587	597395.5328	931.8060	"TN"
803	1480073.6034	597397.7519	932.0560	"TN"
804	1480074.9425	597399.3072	932.7570	"TN"
805	1480075.1549	597399.4591	933.1890	"TN"
806	1480072.4250	597386.7674	933.2080	"TN"
807	1480075.6916	597388.9334	933.4030	"TN"
808	1480078.2988	597390.4228	933.2070	"TN"
809	1480079.8575	597390.9256	933.3570	"TN"
810	1480081.2077	597391.2349	934.4810	"TN"
811	1480075.1570	597376.2351	934.7100	"TN"
812	1480076.1056	597376.6420	935.1100	"TN"
813	1480078.5058	597377.0531	935.3150	"TN"
814	1480081.3074	597377.3604	935.6020	"TN"
815	1480083.4160	597377.8427	936.1410	"TN"
816	1480073.8499	597382.5509	933.7880	"TN"
817	1480077.9387	597384.4342	934.2530	"TN"
818	1480081.1207	597385.0431	934.1880	"TN"
819	1480082.3827	597385.1183	935.1170	"TN"
820	1480076.1141	597365.0092	936.5290	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 104: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
821	1480077.3426	597365.3625	936.9480	"TN"
822	1480079.9553	597365.7897	937.0630	"TN"
823	1480082.5238	597366.0340	937.0840	"TN"
824	1480083.7128	597366.0005	937.1850	"TN"
825	1480084.5003	597365.9442	938.5630	"TN"
826	1480077.2990	597350.9763	938.8840	"TN"
827	1480079.5171	597351.4905	939.2180	"TN"
828	1480081.9050	597351.6540	939.2540	"TN"
829	1480084.4766	597351.7876	939.3060	"TN"
830	1480086.2227	597352.2483	940.1910	"TN"
831	1480008.8683	597445.0850	918.6640	"LMTP"
832	1480030.1015	597431.0715	924.1420	"LMTP"
833	1480025.2077	597423.1845	923.1780	"LMTP"
834	1480049.0472	597417.4720	928.3450	"LMTP"
835	1480065.0068	597408.4202	930.8580	"LMTP"
836	1480069.3948	597405.7017	931.9500	"LMTP"
837	1480082.9605	597396.7141	934.9090	"LMTP"
838	1480055.4388	597402.3210	928.5580	"LMTP"
839	1480085.0715	597368.2374	938.4870	"LMTP"
840	1480067.8242	597392.6336	931.7660	"LMTP"
841	1480072.2547	597385.1347	933.0010	"LMTP"
842	1480076.2791	597355.6413	937.9470	"LMTP"
843	1480079.6737	597330.3105	943.6540	"LMTP"
844	1480078.9956	597337.5917	941.8040	"TN"
845	1480078.9970	597337.5884	941.8060	"TN"
846	1480080.6158	597338.0453	941.8110	"TN"
847	1480082.8296	597338.3217	941.8030	"TN"
848	1480086.2944	597339.1733	941.7630	"TN"
849	1480087.9854	597339.5636	942.5190	"TN"
850	1480089.0187	597330.0751	944.5040	"TN"
851	1480088.3956	597329.8696	944.0070	"TN"
852	1480085.9511	597328.9778	943.9920	"TN"
853	1480083.0468	597328.1382	943.9520	"TN"
854	1480080.9184	597327.7242	944.5030	"TN"
855	1480081.7033	597319.6143	946.7220	"TN"
856	1480083.5880	597320.2307	946.6630	"TN"
857	1480085.5231	597320.7583	945.8660	"TN"
858	1480087.9413	597322.0850	945.7660	"TN"
859	1480090.3834	597323.5548	945.6870	"TN"
860	1480091.3301	597324.1692	946.3830	"TN"
861	1480089.2053	597310.0715	948.5810	"TN"
862	1480090.5058	597312.7365	948.1870	"TN"
863	1480091.6214	597314.8002	947.5750	"TN"
864	1480093.3840	597317.1421	947.4130	"TN"
865	1480095.0602	597319.9545	947.2500	"TN"
866	1480095.3903	597320.5019	947.8010	"TN"
867	1480095.8045	597321.5802	947.8400	"TN"
868	1480100.5664	597320.6439	948.3410	"TN"
869	1480099.9525	597318.8358	948.3020	"TN"
870	1480099.7234	597318.1424	947.8840	"TN"
871	1480098.9815	597314.9155	948.2300	"TN"
872	1480098.5203	597312.5561	948.4020	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 105: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
873	1480098.1786	597309.4614	948.9090	"TN"
874	1480113.7055	597308.9889	949.3090	"TN"
875	1480113.7902	597312.9162	949.0930	"TN"
876	1480113.7523	597315.9500	949.1850	"TN"
877	1480113.8710	597317.2676	949.3280	"TN"
878	1480125.8001	597309.7213	949.6880	"TN"
879	1480126.1057	597312.1938	949.7950	"TN"
880	1480126.4105	597313.9421	949.8540	"TN"
881	1480126.7001	597314.6068	949.5890	"TN"
882	1480126.6416	597315.9460	949.9540	"TN"
883	1480087.8095	597344.2394	941.3790	"LMTP"
884	1480090.7382	597326.5275	945.8350	"LMTP"
885	1480091.9694	597324.3183	946.6190	"LMTP"
886	1480093.9258	597323.1817	947.2230	"LMTP"
887	1480099.1717	597321.6271	948.4250	"LMTP"
888	1480108.9171	597318.9691	949.2130	"LMTP"
889	1480150.0240	597315.0621	951.3830	"LMTP"
890	1480079.9546	597327.8519	944.5380	"LMTP"
891	1480081.8184	597311.0136	948.5810	"LMTP"
892	1480082.3742	597308.6228	948.7260	"LMTP"
893	1480099.9107	597308.3507	949.0230	"LMTP"
894	1480140.9591	597308.1724	950.1350	"TN"
895	1480141.3208	597310.1510	950.1650	"TN"
896	1480141.6521	597311.8735	950.2470	"TN"
897	1480141.7403	597313.7615	950.0410	"TN"
898	1480155.4174	597306.9572	950.4760	"TN"
899	1480155.4282	597308.1498	950.7530	"TN"
900	1480155.1166	597310.0636	950.7380	"TN"
901	1480154.8633	597312.2952	950.6900	"TN"
902	1480154.5791	597313.8301	950.9780	"TN"
903	1480170.2305	597310.7215	951.6220	"TN"
904	1480170.7219	597309.6967	952.4130	"TN"
905	1480170.3693	597311.4984	951.8790	"TN"
906	1480169.9073	597314.4834	951.7830	"TN"
907	1480169.3521	597317.3913	951.8690	"TN"
908	1480169.0948	597318.4341	951.8600	"TN"
909	1480180.7219	597310.2673	953.2080	"TN"
910	1480180.7474	597311.7446	953.1380	"TN"
911	1480180.6015	597312.5006	952.4330	"TN"
912	1480180.6193	597313.5010	952.5360	"TN"
913	1480180.9034	597316.1900	952.5590	"TN"
914	1480181.1042	597318.4981	952.5460	"TN"
915	1480181.4245	597320.6401	952.3750	"TN"
916	1480191.8518	597309.2176	953.9140	"TN"
917	1480192.1100	597310.2969	953.8890	"TN"
918	1480192.3584	597310.6823	953.1330	"TN"
919	1480192.8574	597311.4036	953.2740	"TN"
920	1480193.7714	597313.3183	953.4130	"TN"
921	1480194.9714	597315.4262	953.6370	"TN"
922	1480202.4032	597310.4460	953.8190	"TN"
923	1480201.1748	597308.9387	953.8400	"TN"
924	1480199.8361	597307.0579	953.7770	"TN"

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla 106: Consolidado de puntos topográficos

P	Y	X	Z	D
925	1480199.5746	597306.5068	953.5390	"TN"
926	1480199.1664	597305.9977	954.2530	"TN"
927	1480212.1300	597295.3658	954.9700	"TN"
928	1480212.5133	597295.6565	954.4270	"TN"
929	1480213.0428	597296.4125	954.4930	"TN"
930	1480213.8114	597297.8762	954.4070	"TN"
931	1480214.7060	597299.3724	954.4110	"TN"
932	1480215.2317	597300.1149	953.9590	"TN"
933	1480226.5958	597291.3647	954.1170	"TN"
934	1480226.0191	597290.7989	954.7780	"TN"
935	1480225.1372	597289.4612	954.8170	"TN"
936	1480223.8820	597287.8165	954.9610	"TN"
937	1480223.3914	597287.2578	954.6290	"TN"
938	1480222.8086	597286.5656	955.5070	"TN"
939	1480141.6129	597307.2994	950.3620	"LMTP"
940	1480159.8327	597307.4695	951.4800	"LMTP"
941	1480164.3808	597314.8479	951.7640	"LMTP"
942	1480184.2945	597326.6390	952.6460	"LMTP"
943	1480205.3993	597309.4509	953.6250	"LMTP"
944	1480195.2766	597308.1021	954.3060	"LMTP"
945	1480184.5754	597311.4066	953.4130	"LMTP"
946	1480201.6191	597304.3239	954.5180	"LMTP"
947	1480214.6947	597292.7480	954.7170	"LMTP"
948	1480226.4778	597283.7039	956.3640	"LMTP"
949	1480235.9583	597276.9898	956.9690	"TN"
950	1480236.6932	597277.4349	955.9490	"TN"
951	1480237.4355	597278.0070	956.3060	"TN"
952	1480238.8517	597279.3130	956.2520	"TN"
955	1480248.5358	597269.5316	958.1790	"TN"
956	1480247.3747	597268.2107	958.2160	"TN"
957	1480246.8604	597267.5853	957.9660	"TN"
958	1480246.4779	597267.5658	958.6050	"TN"
959	1480254.8412	597257.6099	960.3330	"TN"
960	1480255.4452	597258.7946	959.9090	"TN"
961	1480255.6205	597259.0153	959.6540	"TN"
962	1480255.6246	597259.0154	959.6550	"TN"
963	1480256.0692	597259.5539	959.8930	"TN"
964	1480257.2446	597261.1117	959.7930	"TN"
965	1480258.8276	597262.8737	959.8400	"TN"
966	1480259.3913	597263.4861	959.6270	"TN"
967	1480266.1681	597250.6017	961.3010	"TN"
968	1480266.9017	597251.6001	961.0580	"TN"
969	1480268.3191	597253.6078	960.8740	"TN"
970	1480269.9851	597256.3794	960.8850	"TN"
Código	Descripción			
TN	Terreno Natural			
LMTP	límite de propiedad			
BRD	Bordillo cuneta			
PL	Poste de Luz			
ARB	Árbol			
PS AGUA	Paso de Agua			
INVER	Inver Cuneta			

Fuente: Sustentantes- Alcaldía de San Sebastián de Yalí /archivo "txt".

Tabla -107: Inventario de curvas identificadas

Curva #	Radio m	L. C. m	ESTACIONAMIENTOS			UTM-WGS84	
			PC	PI	PT	PI - Norte	PI - Este
PI-1	30	11.38	0+011.31	0+017.07	0+022.69	1479172.471	598576.423
PI-2	60	41.35	0+041.61	0+063.14	0+082.96	1479218.302	598570.48
PI-3	60	13.57	0+174.09	0+180.90	0+187.66	1479299.977	598483.277
PI-4	30	11.15	0+230.02	0+235.66	0+241.17	1479345.468	598452.694
PI-5	25	26.78	0+275.82	0+290.66	0+302.61	1479399.266	598440.643
PI-6	80	10.23	0+403.24	0+408.36	0+413.47	1479432.501	598324.724
PI-7	60	12.26	0+478.12	0+484.27	0+490.38	1479443.947	598249.662
PI-8	180	18.12	0+520.22	0+529.29	0+538.34	1479459.633	598207.426
PI-9	125	12	0+560.14	0+566.15	0+572.14	1479468.932	598171.741
PI-10	100	15.09	0+595.75	0+603.31	0+610.84	1479474.814	598135.035
PI-11	45	10.3	0+636.27	0+641.45	0+646.57	1479486.447	598098.69
PI-12	55	19.44	0+662.55	0+672.37	0+681.99	1479502.333	598072.101
PI-13	30	25.72	0+709.29	0+723.00	0+735.01	1479511.687	598022.139
PI-14	30	20.9	0+745.53	0+756.43	0+766.43	1479542.026	598004.431
PI-15	120	9.46	0+820.92	0+825.66	0+830.38	1479565.796	597938.464
PI-16	30	11.42	0+854.17	0+859.95	0+865.59	1479574.846	597905.383
PI-17	75	17.92	0+885.21	0+894.22	0+903.13	1479595.603	597877.942
PI-18	650	25.35	0+929.35	0+942.03	0+954.70	1479632.718	597847.664
PI-19	120	14.07	0+976.97	0+984.01	0+991.04	1479666.262	597822.413
PI-20	600	10.19	1+056.83	1+061.93	1+067.02	1479722.613	597768.581
PI-21	265	12.05	1+090.30	1+096.33	1+102.35	1479747.082	597744.399
PI-22	60	23.82	1+128.66	1+140.73	1+152.48	1479777.212	597711.784
PI-23	30	8.24	1+183.85	1+187.99	1+192.09	1479793.472	597667.065
PI-24	60	33.06	1+206.56	1+223.52	1+239.62	1479814.241	597638.174
PI-25	30	26.71	1+298.67	1+312.98	1+325.38	1479820.765	597548.089
PI-26	365	12.19	1+370.08	1+376.18	1+382.27	1479874.208	597510.891
PI-27	60	17.46	1+480.88	1+489.67	1+498.34	1479969.473	597449.2
PI-28	60	18.46	1+525.28	1+534.58	1+543.74	1480012.706	597436.595
PI-29	30	25.74	1+599.31	1+613.03	1+625.05	1480077.955	597392.775
PI-30	20	28.11	1+674.29	1+691.23	1+702.40	1480087.632	597313.458
PI-31	30	9.55	1+756.34	1+761.16	1+765.89	1480163.257	597310.152
PI-32	30	28.93	1+773.72	1+789.43	1+802.65	1480190.543	597317.845
PI-33	80	12.6	1+881.87	1+888.19	1+894.47	1480268.648	597253.442
PI-34	60	19.29	1+972.95	1+982.68	1+992.24	1480350.101	597205.494

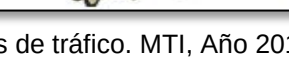
Fuente: Sustentantes-Civil 3D, 2022.

Tabla- 108: Inventario de rectas identificadas

RECTA #	Long.	Est. Inicial	Est. Final	Coordenada Inicio (Y,X)	Coordenada Final (Y,X)
T:1	11.31	0+000.00	0+011.31	1479157.5619, 598584.7284	1479167.4404, 598579.2256
T:2	18.92	0+022.69	0+041.61	1479178.1814, 598575.6829	1479196.9475, 598573.2492
T:3	91.13	0+082.96	0+174.09	1479233.0228, 598554.7632	1479295.3177, 598488.2521
T:4	42.36	0+087.66	0+230.02	1479305.6336, 598479.4745	1479340.7894, 598455.8394
T:5	34.66	0+241.17	0+275.82	1479350.9700, 598451.4615	1479384.7879, 598443.8865
T:6	100.63	0+302.61	0+403.24	1479403.3552, 598426.3810	1479431.0890, 598329.6484
T:7	64.66	0+413.47	0+478.12	1479433.2729, 598319.6605	1479443.0203, 598255.7414
T:8	29.84	0+490.38	0+520.22	1479446.0883, 598243.8975	1479456.4758, 598215.9277
T:9	21.8	0+538.34	0+560.14	1479461.9200, 598198.6507	1479467.4176, 598177.5536
T:10	23.61	0+572.14	0+595.75	1479469.8826, 598165.8106	1479473.6183, 598142.4977
T:11	25.43	0+610.84	0+636.27	1479477.1181, 598127.8367	1479484.8710, 598103.6138
T:12	15.98	0+646.57	0+662.55	1479489.0990, 598094.2510	1479497.2944, 598080.5340
T:13	27.3	0+681.99	0+709.29	1479504.1403, 598062.4461	1479509.1635, 598035.6160
T:14	10.52	0+735.01	0+745.53	1479523.5286, 598015.2271	1479532.6173, 598009.9224
T:15	54.49	0+766.43	0+820.92	1479545.7184, 597994.1827	1479564.1917, 597942.9154
T:16	23.79	0+830.38	0+854.17	1479567.0440, 597933.9009	1479573.3210, 597910.9561
T:17	19.63	0+865.59	0+885.21	1479578.3318, 597900.7741	1479590.1722, 597885.1212
T:18	26.22	0+903.13	0+929.35	1479602.5781, 597872.2516	1479622.8955, 597855.6772
T:19	22.27	0+954.70	0+976.97	1479642.8449, 597840.0409	1479660.6353, 597826.6484
T:20	65.79	0+991.04	1+056.83	1479671.3546, 597817.5477	1479718.9285, 597772.1011
T:21	23.28	1+067.02	1+090.30	1479726.2371, 597764.9996	1479742.7970, 597748.6335
T:22	26.31	1+102.35	1+128.66	1479751.1698, 597739.9737	1479769.0204, 597720.6510
T:23	31.37	1+152.48	1+183.85	1479781.3366, 597700.4398	1479792.0558, 597670.9599
T:24	14.48	1+192.09	1+206.56	1479795.8910, 597663.7003	1479804.3408, 597651.9462
T:25	59.04	1+239.62	1+298.67	1479815.4664, 597621.2570	1479819.7307, 597562.3670
T:26	44.7	1+325.38	1+370.08	1479832.5140, 597539.9110	1479869.2047, 597514.3729
T:27	98.61	1+382.27	1+480.88	1479879.3242, 597507.5773	1479962.0938, 597453.9782
T:28	26.94	1+498.34	1+525.28	1479977.9134, 597446.7388	1480003.7726, 597439.1997
T:29	55.57	1+543.74	1+599.31	1480020.4306, 597431.4074	1480066.5630, 597400.4255
T:30	49.24	1+625.05	1+674.29	1480079.6164, 597379.1539	1480085.5797, 597330.2767
T:31	53.94	1+702.40	1+756.34	1480104.5592, 597312.7179	1480158.4438, 597310.3627
T:32	7.83	1+765.89	1+773.72	1480167.8939, 597311.4595	1480175.4312, 597313.5844
T:33	79.22	1+802.65	1+881.87	1480202.6569, 597307.8560	1480263.7770, 597257.4581
T:34	78.48	1+894.47	1+972.95	1480274.0885, 597250.2391	1480341.7182, 597210.4282
T:35	7.76	1+992.24	2+000.00	1480359.6136, 597203.4601	1480367.2040, 597201.8376

Fuente: Sustentantes-Civil 3D, 2022.

Tabla 109: Tipología y descripción vehicular de conteos de tráfico de la oficina de diagnóstico, evaluación de pavimentos y puentes

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadracicl, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4'4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con tinas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, Año 2018 pág. 42.

Tabla 110: Formato para conteo vehicular por día

Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí		Estación de conteo: 0+000		Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola		Hora: 06:00 am - 06:00 pm													
Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales				Sentido: N-S/S-N		Fecha de Conteo: Lunes 09 al Domingo 15		Mes/Año: Enero-2023											
Hora		Moto	Vehículo de Pasajeros						Vehículo de carga						Equipo Pesado				
			Auto	Jeep	Camioneta	McBus	MnBus	Bus	Liv	C2	C3	Tx-Sx	Tx-Sx	Cx - Rx	Cx - Rx	V.A	V.C		Otros
						< 15 s	15 - 30 s	30 + s	2-5 t	5 + t		< = 4 e	> = 5 e	< = 4 e	> = 5 e				
06:00	07:00																		
07:00	08:00																		
08:00	09:00																		
09:00	10:00																		
10:00	11:00																		
11:00	12:00																		
12:00	01:00																		
01:00	02:00																		
02:00	03:00																		
03:00	04:00																		
04:00	05:00																		
05:00	06:00																		
TOTAL																			

Fuente: Anuario de Aforos de tráfico del MTI-2020.

Tabla 111: Conteo vehicular diurno lunes 09/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: Lunes 9 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	8	3	5	9	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	30
07:00	08:00	11	5	5	5	1	2	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	36
08:00	09:00	9	4	4	8	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31
09:00	10:00	8	3	4	9	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	30
10:00	11:00	6	7	1	12	0	1	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	33
11:00	12:00	9	3	3	12	2	0	1	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	35
12:00	13:00	10	2	4	14	0	2	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	39
13:00	14:00	7	6	1	9	0	0	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	32
14:00	15:00	8	8	3	8	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	2	0	0	34
15:00	16:00	9	3	3	3	1	1	1	4	3	2	0	0	0	0	1	0	0	31
16:00	17:00	10	4	4	10	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	34
17:00	18:00	6	2	1	6	0	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	21
TOTAL		101	50	38	105	6	8	8	26	25	12	0	0	0	0	7	0	0	386

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 112: Conteo vehicular diurno martes 10/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: martes 10 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	7	6	3	10	0	0	2	3	2	2	0	0	0	0	1	0	0	36
07:00	08:00	9	7	5	11	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	39
08:00	09:00	5	2	2	9	2	2	0	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	30
09:00	10:00	8	8	4	11	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	35
10:00	11:00	5	3	3	2	0	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	19
11:00	12:00	6	4	2	10	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	29
12:00	13:00	9	8	3	13	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	41
13:00	14:00	8	3	4	8	3	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33
14:00	15:00	7	3	2	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	21
15:00	16:00	9	4	0	9	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	31
16:00	17:00	6	2	1	11	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	27
17:00	18:00	5	4	3	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
TOTAL		84	54	32	110	11	7	8	21	21	13	0	0	0	0	3	0	0	364

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 113: Conteo vehicular diurno miércoles 11/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: miércoles 11 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	9	4	1	10	0	2	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	33
07:00	08:00	5	5	4	9	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
08:00	09:00	5	3	3	8	1	1	0	3	2	2	0	0	0	0	1	0	0	29
09:00	10:00	9	3	5	9	0	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	33
10:00	11:00	8	5	3	11	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
11:00	12:00	10	5	4	10	0	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	38
12:00	13:00	13	4	1	12	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	36
13:00	14:00	9	4	3	10	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	31
14:00	15:00	7	2	5	6	0	2	0	3	3	1	0	0	0	0	2	0	0	31
15:00	16:00	9	3	7	10	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37
16:00	17:00	8	4	1	11	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	29
17:00	18:00	6	6	5	8	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	31
TOTAL		98	48	42	114	6	14	8	25	18	10	0	0	0	0	6	0	0	389

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 114: Conteo vehicular diurno jueves 12/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: jueves 12 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	9	5	4	10	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	39
07:00	08:00	10	2	2	14	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
08:00	09:00	5	3	3	9	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	25
09:00	10:00	6	2	5	11	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	31
10:00	11:00	9	5	7	9	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34
11:00	12:00	8	6	4	10	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	35
12:00	13:00	12	5	5	12	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	39
13:00	14:00	9	6	4	13	0	1	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	42
14:00	15:00	6	5	3	11	0	1	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	33
15:00	16:00	10	4	2	8	0	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	31
16:00	17:00	10	3	3	9	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	29
17:00	18:00	9	4	1	7	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	28
TOTAL		103	50	43	123	2	11	8	23	24	7	0	0	0	0	3	0	0	397

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 115: Conteo vehicular diurno viernes 13/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: viernes 13 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	11	4	11	14	2	1	2	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	49
07:00	08:00	6	3	8	8	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	30
08:00	09:00	7	3	2	9	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26
09:00	10:00	4	8	7	7	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
10:00	11:00	8	5	14	14	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	44
11:00	12:00	9	1	9	11	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	36
12:00	13:00	10	1	5	14	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34
13:00	14:00	12	3	6	11	1	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	39
14:00	15:00	6	1	8	10	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	31
15:00	16:00	5	4	5	9	4	2	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	34
16:00	17:00	8	3	2	15	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
17:00	18:00	7	1	1	6	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
TOTAL		93	37	78	128	10	9	8	14	19	5	0	0	0	0	4	0	0	405

Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 116: Conteo vehicular diurno sábado 14/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales Sentido: N-S/S-N Fecha de Conteo: sábado 14 al Domingo 15 Mes/Año: Enero-2023																	
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	12	3	8	16	2	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	50
07:00	08:00	11	4	5	13	4	1	0	2	3	1	0	0	0	0	1	0	0	45
08:00	09:00	8	4	6	8	1	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	34
09:00	10:00	4	2	4	9	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
10:00	11:00	6	5	7	3	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	25
11:00	12:00	9	3	6	10	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	31
12:00	13:00	13	5	1	11	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34
13:00	14:00	10	1	4	7	1	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	30
14:00	15:00	9	2	2	6	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25
15:00	16:00	8	0	2	11	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	29
16:00	17:00	14	7	1	12	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	39
17:00	18:00	3	3	1	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
TOTAL		107	39	47	109	13	11	8	13	21	6	0	0	0	0	2	0	0	376

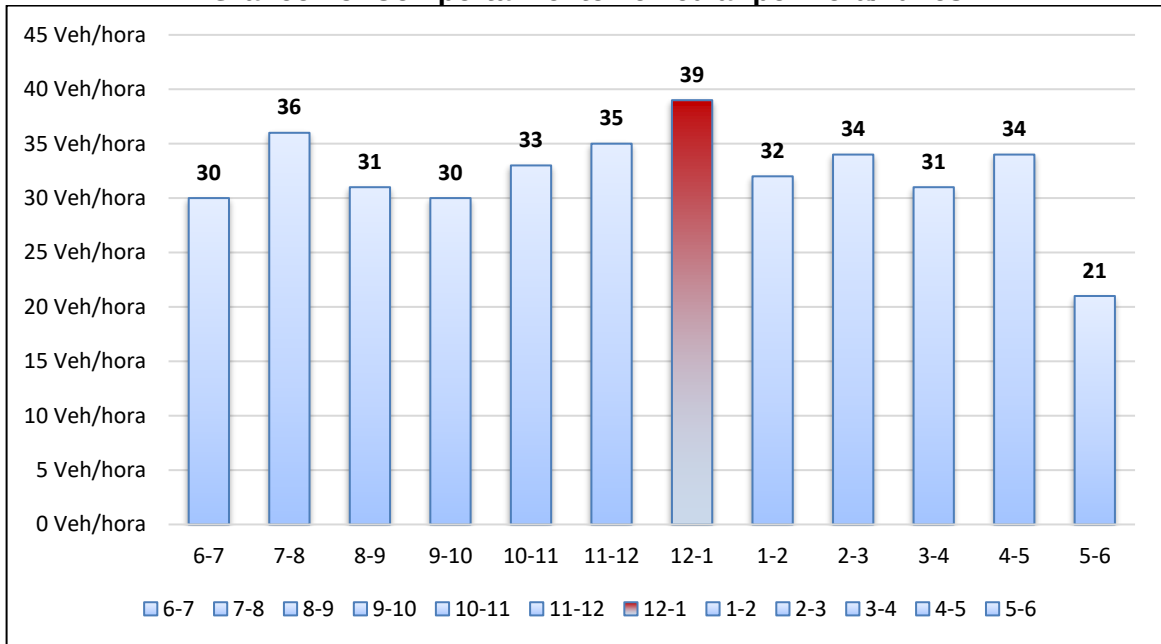
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Tabla 117: Conteo vehicular diurno domingo 15/01/2023

HORA		Departamento: Jinotega -San Sebastián de Yalí Estación de conteo:0+000 Aforador: Aricel Maryini y Irela Fabiola Hora: 06:00 am - 06:00 pm																	
		Tramo: Monte Cristo-Comunidad Pizotales							Sentido: N-S/S-N			Fecha de Conteo: Domingo 15					Mes/Año: Enero-2023		
		Veh. Pasajeros							Vehículos de Carga							Equipo Pesado			Total
		Motos	Autos	Jeep	Cam.	McBus	MnBus	Bus	C2 Liv.	C2	C3	C4	C2-R2	C2-R3	T3-S2	V.A.	V.C.	Otros	
<15 s.	15-30 s.					30+ s.	2-5 t.	5+ t.											
06:00	07:00	9	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	21
07:00	08:00	7	2	2	9	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
08:00	09:00	8	4	4	6	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27
09:00	10:00	6	1	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10:00	11:00	9	2	3	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
11:00	12:00	8	3	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
12:00	13:00	5	5	4	8	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
13:00	14:00	6	3	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
14:00	15:00	9	4	4	8	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
15:00	16:00	7	0	6	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
16:00	17:00	7	2	4	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
17:00	18:00	9	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
TOTAL		90	33	38	78	4	11	0	6	5	0	0	0	0	0	1	0	0	266

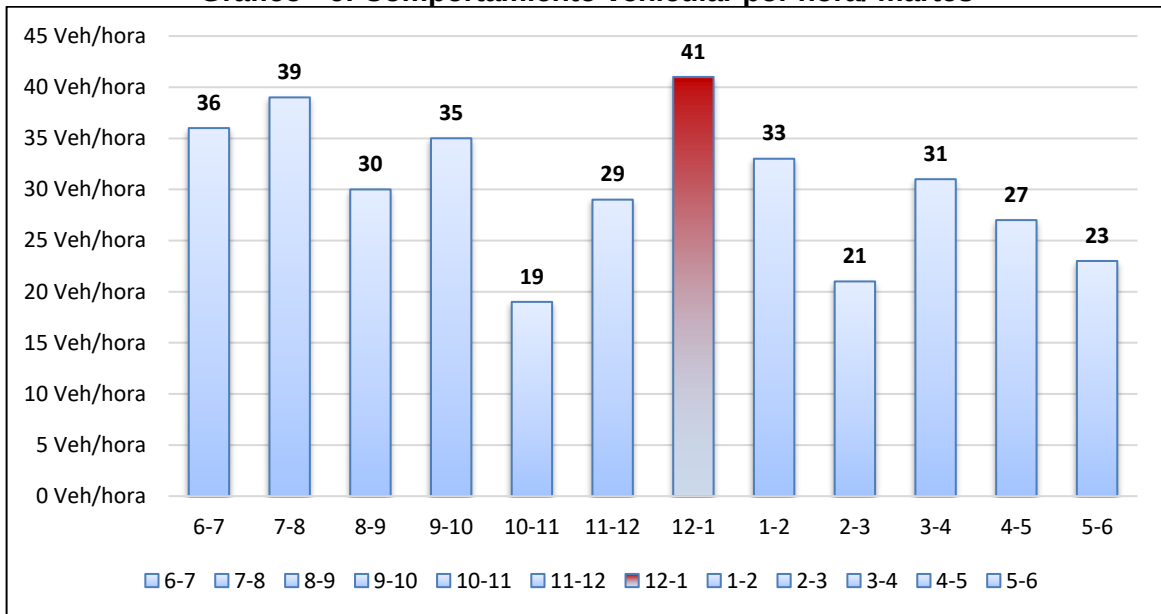
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 5: Comportamiento vehicular por hora/ lunes



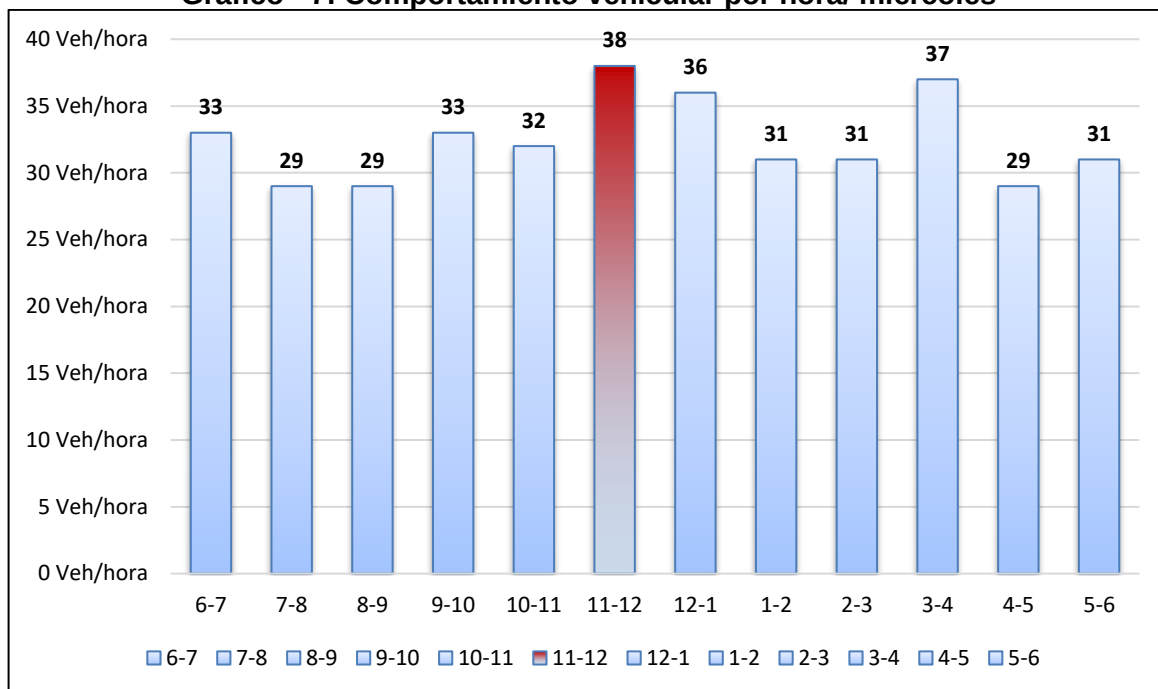
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 6: Comportamiento vehicular por hora/ martes



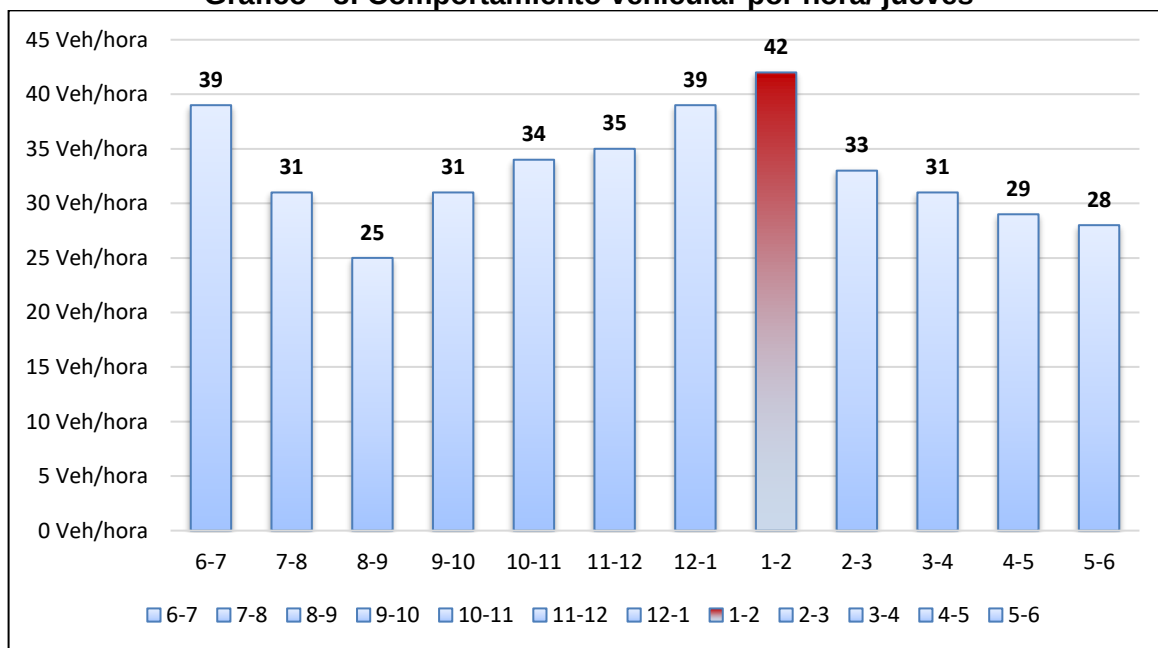
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 7: Comportamiento vehicular por hora/ miércoles



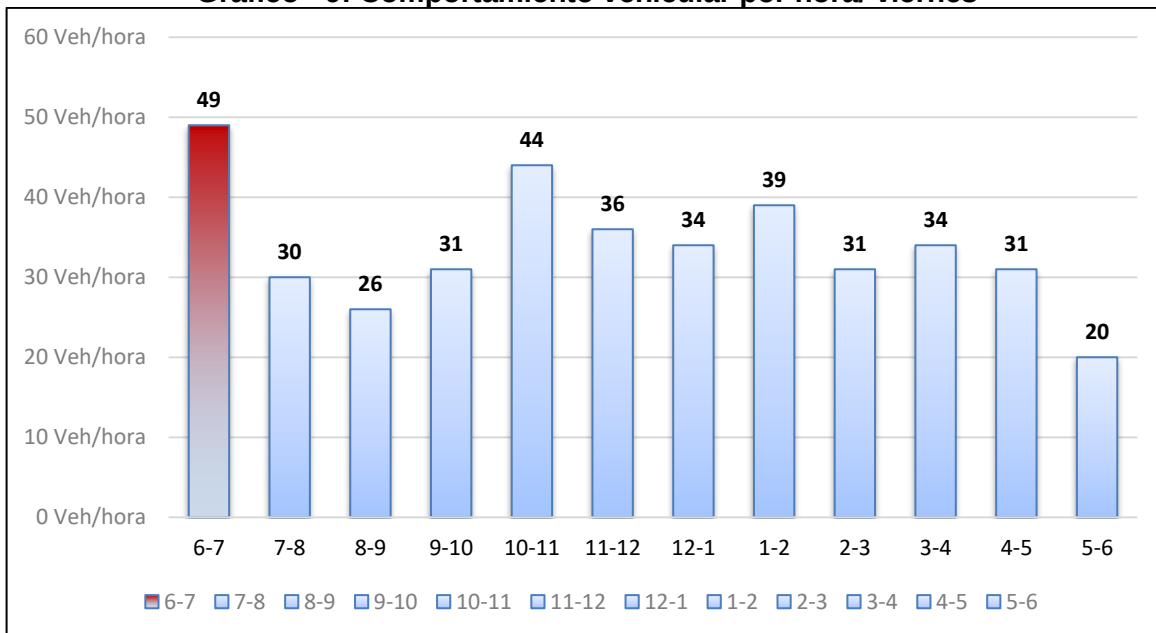
Fuente: Levantamiento por Sudentantes.

Gráfico - 8: Comportamiento vehicular por hora/ jueves



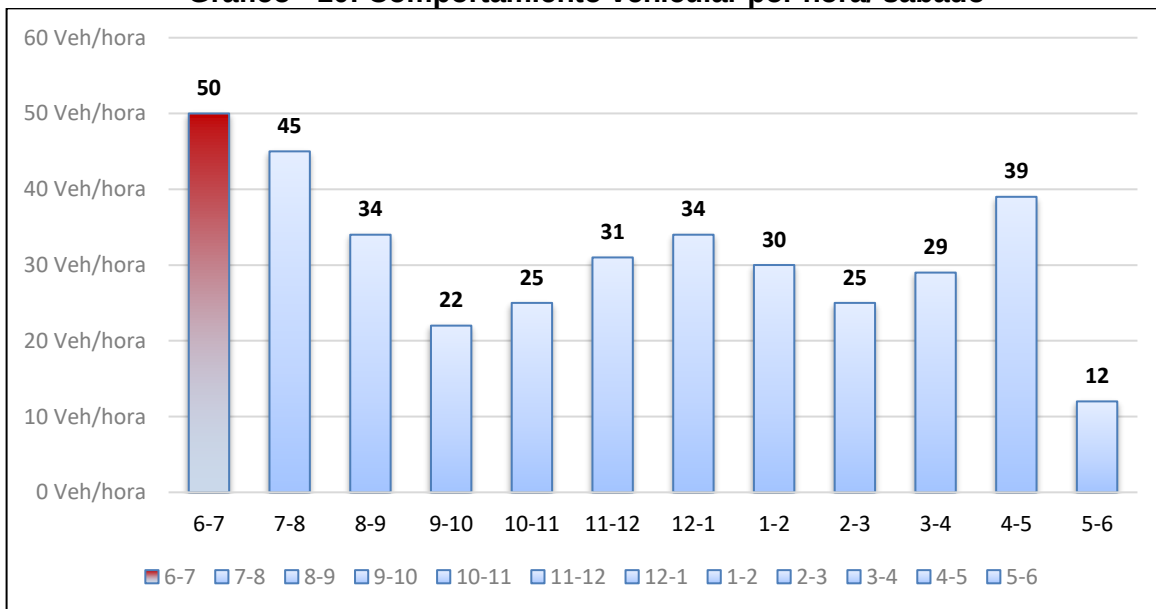
Fuente: Levantamiento por Sudentantes.

Gráfico - 9: Comportamiento vehicular por hora/ viernes



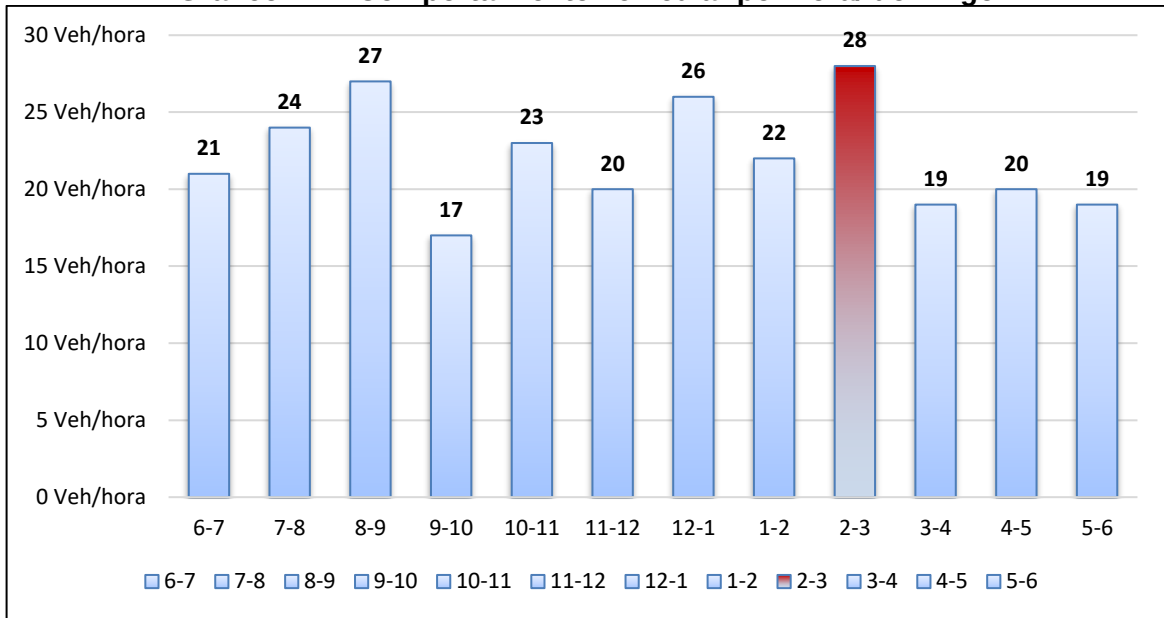
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 10: Comportamiento vehicular por hora/ sábado



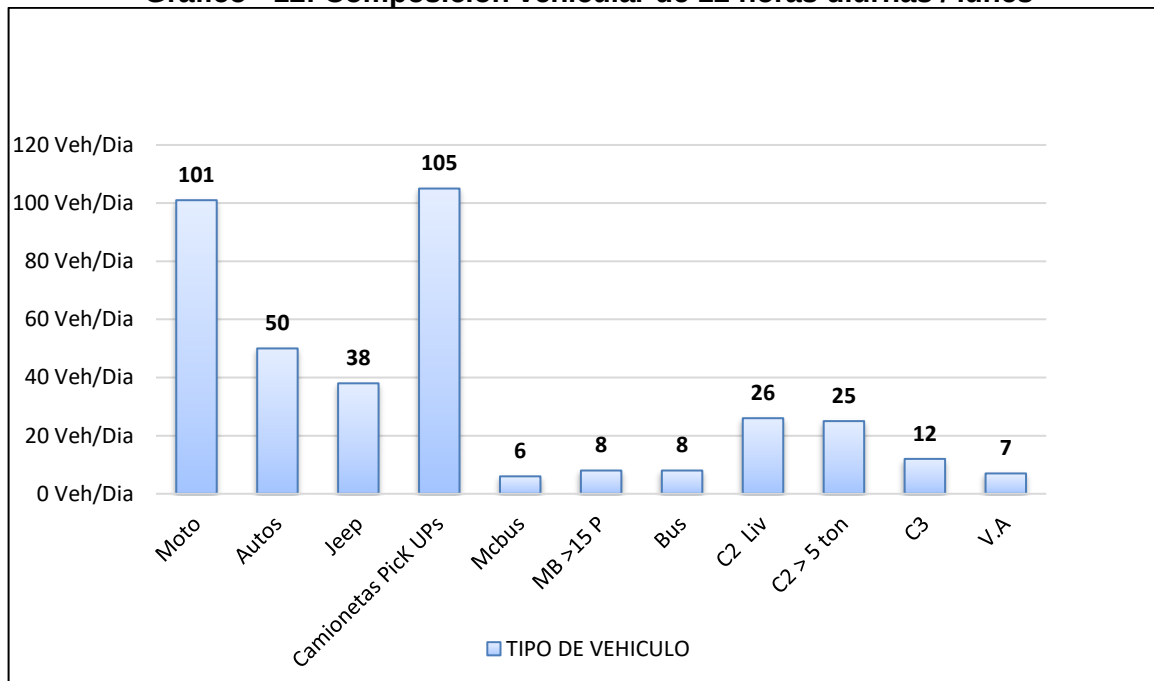
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 11: Comportamiento vehicular por hora/ domingo



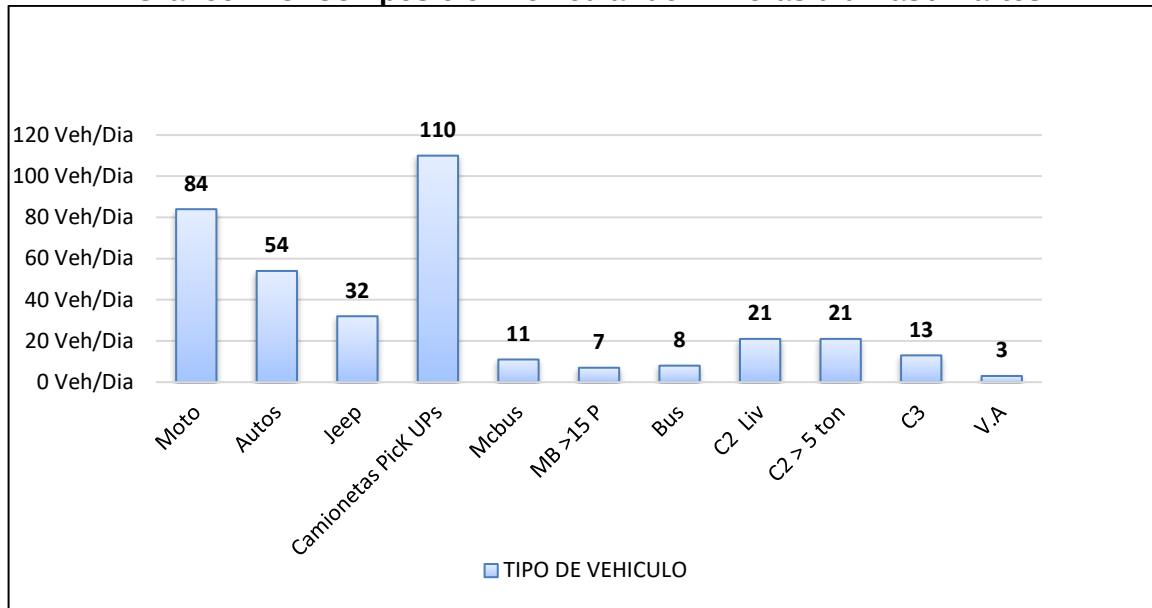
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 12: Composición vehicular de 12 horas diurnas / lunes



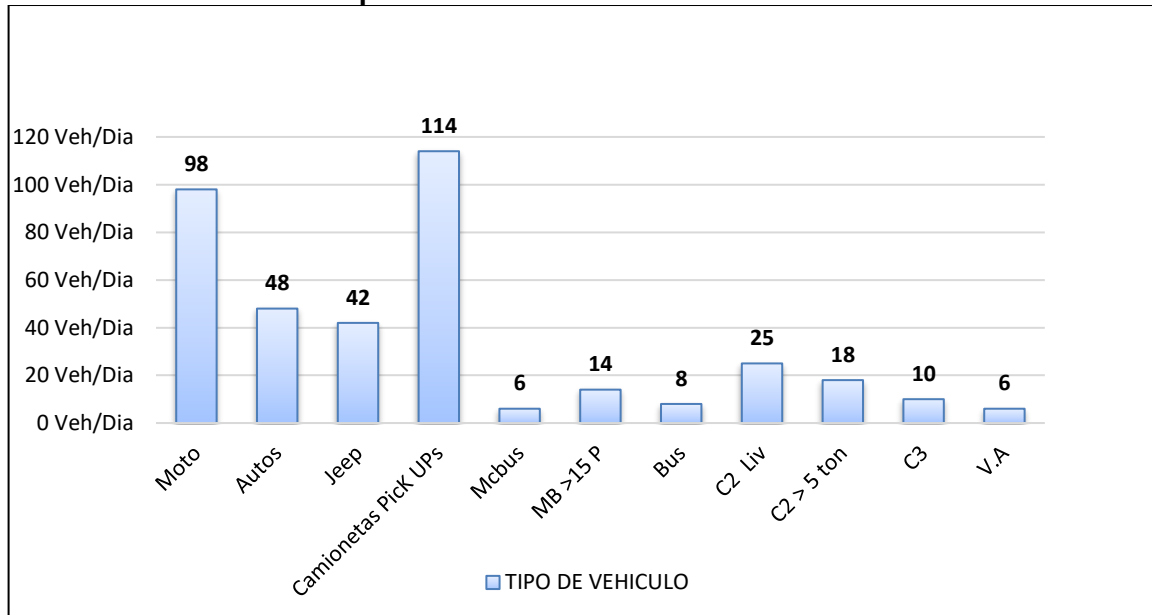
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 13: Composición vehicular de 12 horas diurnas / martes



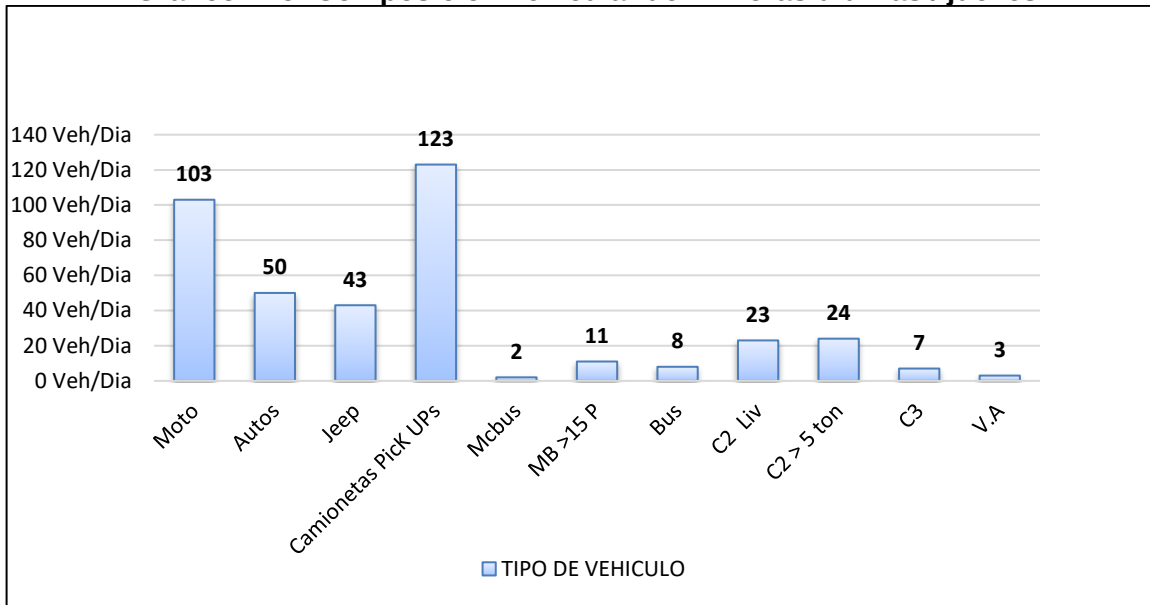
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 14: Composición vehicular de 12 horas diurnas / miércoles



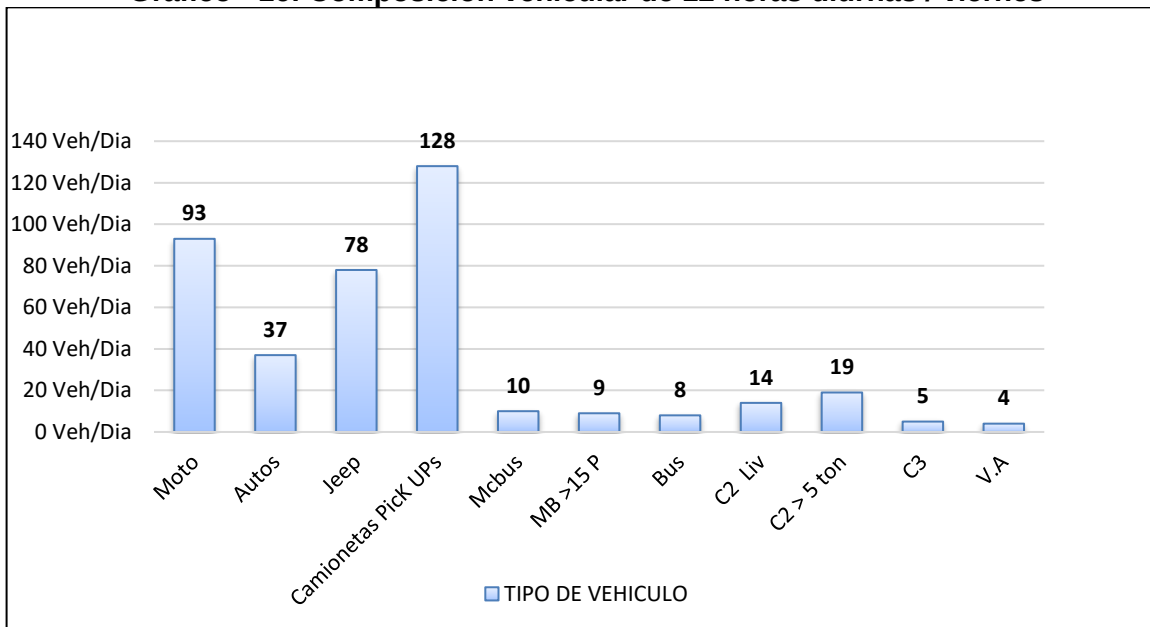
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 15: Composición vehicular de 12 horas diurnas / jueves



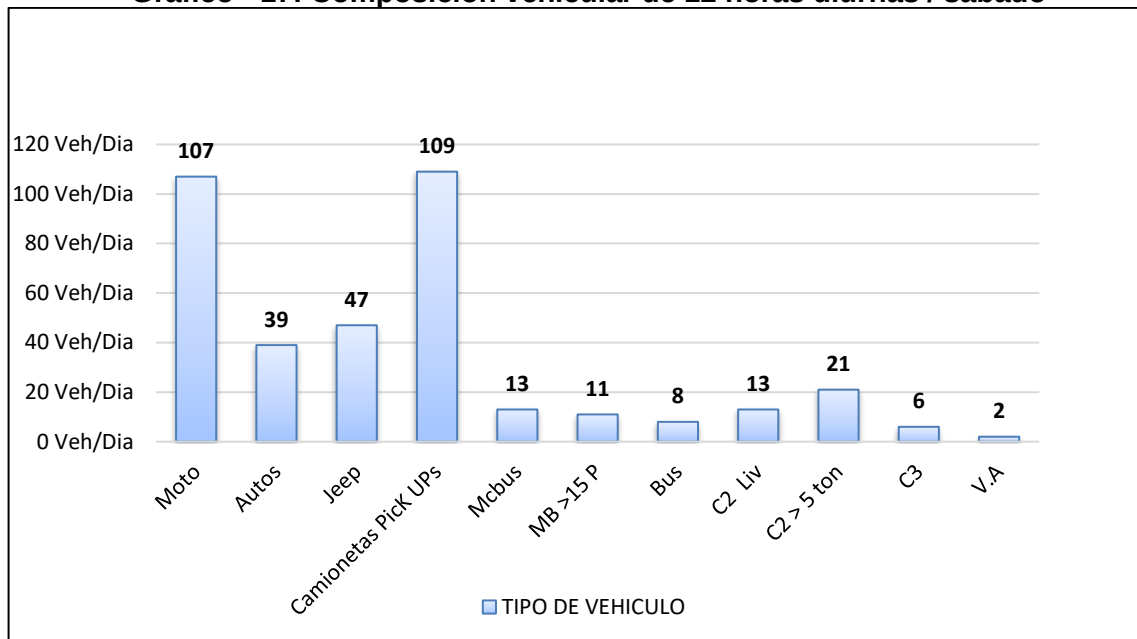
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 16: Composición vehicular de 12 horas diurnas / viernes



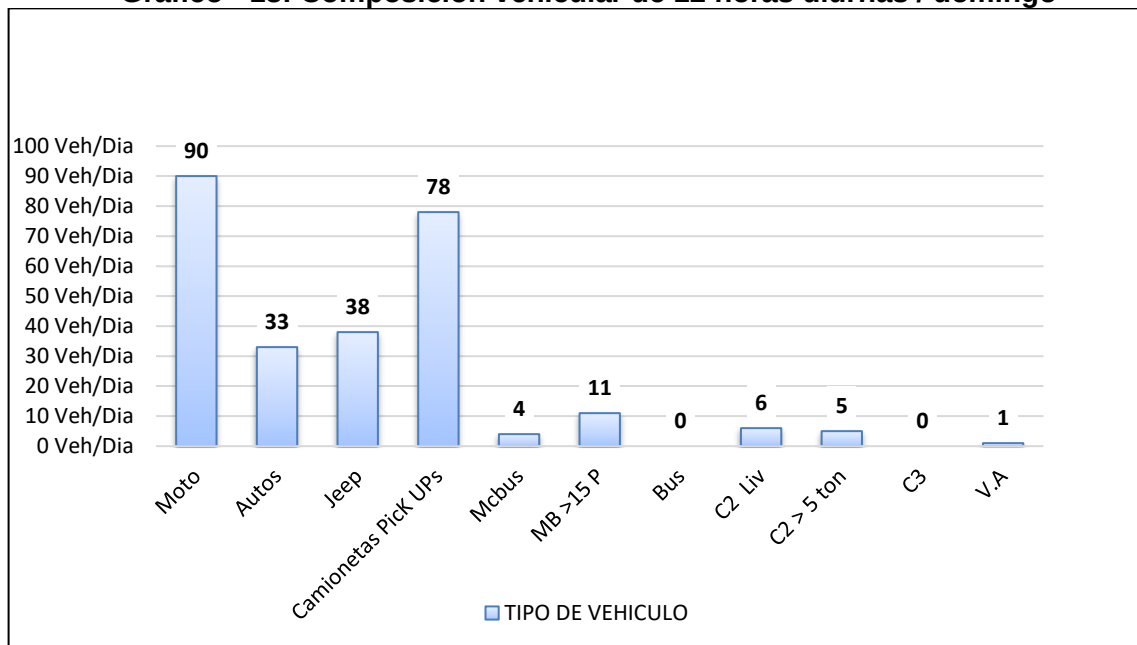
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 17: Composición vehicular de 12 horas diurnas / sábado



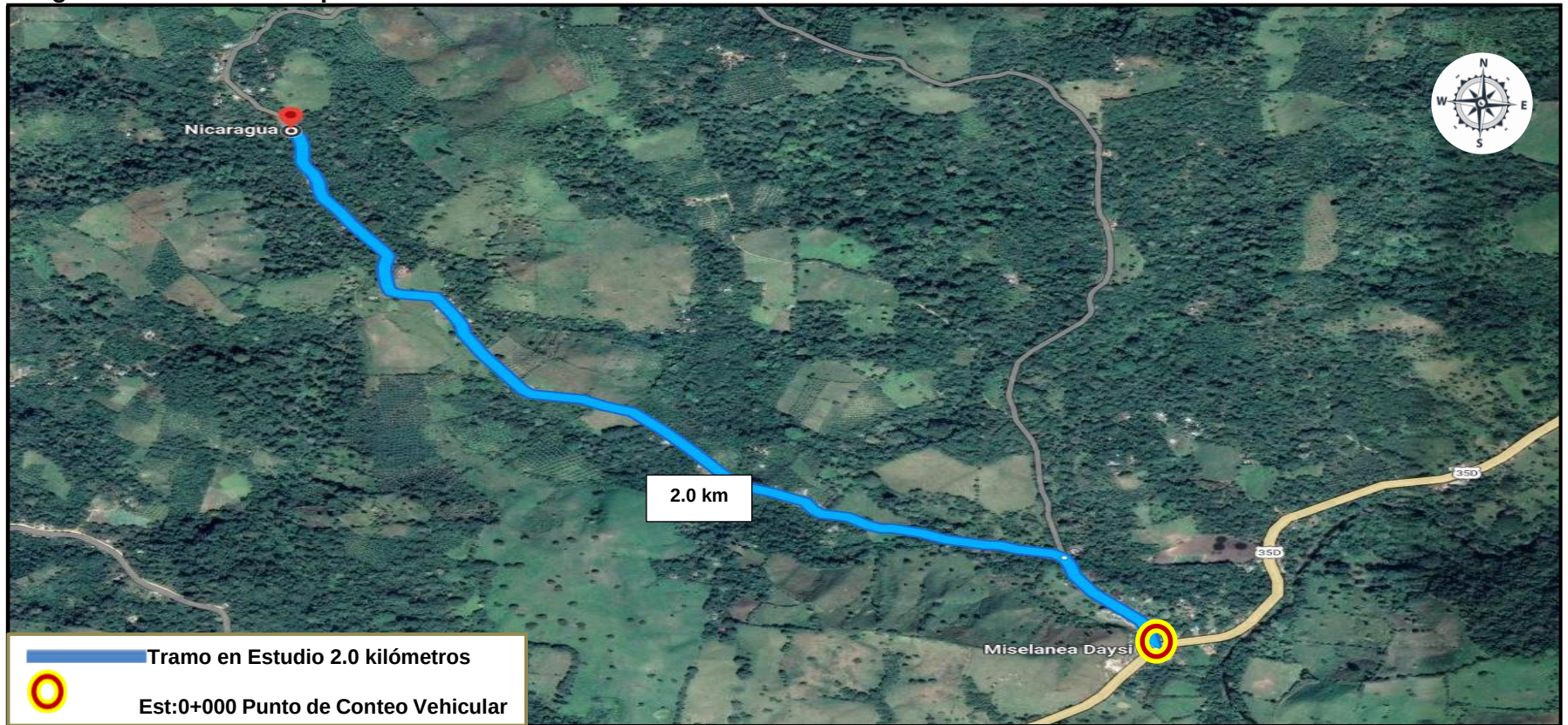
Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Gráfico - 18: Composición vehicular de 12 horas diurnas / domingo



Fuente: Levantamiento por Sustentantes.

Imagen-34: ubicación del punto de conteo vehicular Est: 0+000



Fuente: <https://goo.gl/maps/sz88j77RKJM7fnWo6?coh=178572&entry=tt> / Google Maps-2023.

Tabla 118: Registro de la estación seleccionada y porcentajes del tramo en estudio

19

NIC-1

112

ECD

Emp. Yalagüina - Somoto

DIVISIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN

DIVISIÓN DE ADMINISTRACIÓN VIAL

OFICINA DE DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS Y PUENTES

ANUARIO DE AFOROS DE TRAFICO

AÑO 2020



2017	828	688	113	710	33	12	96	196	63	7		99	1	1			1	2.848			
2015	707	870	145	741	52	7	91	144	145	12		167					2	3.083			
2012	634	787	211	656	13	1	94	159	117	12		64			1			2.749			
2010	364	530	128	475	8	1	76	126	73	11		75					2	1.869			
2008	391	641	137	550	5	4	86	119	98	18		119			1		4	2.173			
2005	176	333	106	474	17	1	109	105	92	24		139						1.575			
2003	108	190	132	436	10		92	107	114	9		136			0	0	1	1.335			
2002	109	137	90	389	6	2	84	91	95	22		68			0			1.095			
2001	130	102	132	485	10		82	75	76	25	6	27						1.149			
2000	83	92	115	405	4		74	71	93	11		42					3	992			
1998	59	80	93	336	2	7	61	38	84	101	1	45				2	1	910			
1997	50	62	70	236	7	8	53	35	72	13		25					1	632			
1996	58	63	63	344	4	12	47	33	74	2		13			1	2	10	726			
2020	902	750	123	774	36	13	105	214	69	8		108	1	1			1	3.104			
Liv.					2549		Pasaj.		154		Pesado								401		
					82%				5%										13%		

Estacion: Monte Cristo - Comunidad Pizotales Est: (0+000)

Días

Motos

Autos

Jeep

Cta

Mbus

Mb> 15 P

Bus

Liv C2

C2

C3

T3-S2

V.A.

E.P

TOTAL

Lunes	101	50	38	105	6	8	8	26	25	12	0	7	386	
Martes	84	54	32	110	11	7	8	21	21	13	0	3	364	
Miércoles	98	48	42	114	6	14	8	25	18	10	0	6	389	
Jueves	103	50	43	123	2	11	8	23	24	7	0	3	397	
Viernes	93	37	78	128	10	9	8	14	19	5	0	4	405	
Sábado	107	39	47	109	13	11	8	13	21	6	0	2	376	
Domingo	90	33	38	78	4	11	0	6	5	0	0	1	266	
Total	676	311	318	767	52	71	48	128	133	53	0	26	2583	
TPDS(Vehículos/12 hrs)	97.00	44.00	45.00	110.00	7.00	10.00	7.00	18.00	19.00	8.00	0.00	4.00	369.00	
Porcentajes %	26.29%	11.92%	12.20%	29.81%	1.90%	2.71%	1.90%	4.88%	5.15%	2.17%	0.00%	1.08%		
					80.22%			6.50%			13.28%			100.00%

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2020, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) Pág. 103.

Tabla 119: Listado histórico del TPDA estación ECD-112 (Emp. Yalagüina-Somoto)

Los registros tomados fueron los del periodo (2008-2020)

19	NIC-1	112	ECD	Emp. Yalagüina - Somoto	2017	828	688	113	710	33	12	96	196	63	7		99	1	1			1	2.848
 MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS ESTACION DE MAYOR COBERTURA 200: ENTRADA AL INCAE-EL CRUCERO TPDA FACTORES TPDA DE ESTACIONES ASOCIADAS					2015	707	870	145	741	52	7	91	144	145	12		167					2	3.083
					2012	634	787	211	656	13	1	94	159	117	12		64			1			2.749
					2010	364	530	128	475	8	1	76	126	73	11		75					2	1.869
					2008	391	641	137	550	5	4	86	119	98	18		119			1		4	2.173
					2005	176	333	106	474	17	1	109	105	92	24		139						1.575
					2003	108	190	132	436	10		92	107	114	9		136			0	0	1	1.335
					2002	109	137	90	389	6	2	84	91	95	22		68			0			1.095
					2001	130	102	132	485	10		82	75	76	25	6	27						1.149
					2000	83	92	115	405	4		74	71	93	11		42					3	992
					1998	59	80	93	336	2	7	61	38	84	101	1	45				2	1	910
					1997	50	62	70	236	7	8	53	35	72	13		25					1	632
					1996	58	63	63	344	4	12	47	33	74	2		13			1	2	10	726
EMC:200																							
Tasa Crecimiento: 4,39%					2020	902	750	123	774	36	13	105	214	69	8		108	1	1			1	3.104
					Liv.		2549		Pasaj.		154		Pesado		401								
							82%				5%				13%								

DEPENDENCIA

EMC- 200 ENTRADA AL INCAE – EL CRUCERO

Fuente: Anuario de aforos de tráfico. MTI, Año 2020 Pág. 101, 51, 21 pdf.

Tabla 120: Factores de ajustes para ECD-112 o ECS bajo la dependencia de la EMC-200 Entrada al INCAE-El Crucero

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,25	1,26	1,21	1,21	1,24	1,12	1,17	1,24	1,26	1,44	1,00	1,59	1,00	1,00	1,00	1,00	1,08
Factor Semana	0,96	0,96	0,99	0,96	0,94	0,88	0,93	0,89	0,87	0,85	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90
Factor Fin de Semana	1,11	1,12	1,02	1,13	1,19	1,51	1,25	1,43	1,63	1,79	1,00	1,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,36
Factor Expansión a TPDA	0,98	1,19	1,20	1,12	1,25	1,06	1,04	1,02	1,05	0,87	1,00	1,39	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88

Factores de ajustes utilizados: FD y FE

Factores del segundo cuatrimestre del año Mayo - Agosto

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,27	1,31	1,23	1,27	1,23	1,20	1,21	1,29	1,30	1,37	1,00	1,49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,23
Factor Semana	0,96	1,03	1,03	0,97	0,96	0,88	0,95	0,89	0,86	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
Factor Fin de Semana	1,11	0,94	0,94	1,09	1,11	1,54	1,15	1,43	1,72	1,95	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
Factor Expansión a TPDA	1,00	0,93	0,92	0,92	0,92	1,05	1,00	0,96	0,94	0,96	1,00	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,27	1,31	1,25	1,24	1,23	1,27	1,21	1,27	1,31	1,36	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20
Factor Semana	0,96	1,00	1,01	0,98	0,95	0,89	0,94	0,88	0,89	0,91	1,00	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor Fin de Semana	1,12	1,00	0,98	1,04	1,14	1,46	1,18	1,53	1,47	1,34	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor Expansión a TPDA	1,02	0,92	0,92	0,98	0,90	0,91	0,96	1,02	1,02	1,24	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00

Fuente: Revista Anuario de Aforo 2020, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) Pág. 332.

Tabla 121: Registros históricos del PIB y POB

Conceptos-Concept	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
PIB (a precios constantes)- Real GDP	129,160.5	124,907.7	130,416.3	138,654.2	147,661.4	154,936.8	
PIB (córdobas corrientes) - Nominal GDP	164,602.4	168,791.3	187,052.6	219,182.2	247,993.9	271,529.8	
PIB (en millones US\$) - GDP (million of US\$)	8,497.01	8,298.70	8,758.60	9,774.32	10,532.54	10,982.99	
Población (miles de habitantes) ^{10/} - Population (thousands) ^{10/}	5,668.88	5,742.31	5,815.52	5,996.62	6,071.05	6,134.27	
Base monetaria - Monetary base	10,369.5	12,425.7	14,549.8	18,278.0	19,174.4	20,466.9	
Depósitos totales ^{11/} - Total deposits ^{11/}	48,776.4	56,489.1	70,400.3	82,043.5	86,550.1	98,591.8	
Cartera de crédito bruta ^{12/} - Gross credit portfolio ^{12/}	47,198.6	44,241.7	45,289.1	53,852.4	69,457.2	84,281.8	
Balance del SPNF a/d - Balance of NFPS (before grants)	(4,875.2)	(6,576.7)	(4,121.9)	(3,457.3)	(4,144.5)	(5,803.4)	
Balance del SPNF d/d - Balance of NFPS (after grants)	(1,027.8)	(2,195.7)	(1,101.6)	354.2	(626.5)	(3,057.1)	
Conceptos-Concept	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PIB (a precios constantes)- Real GDP	162,351.3	170,131.6	177,894.9	186,133.6	179,873.3	174,662.6	171,577.6
PIB (córdobas corrientes) - Nominal GDP	308,403.1	347,707.3	380,260.8	414,279.1	410,987.6	420,613.8	435,395.3
PIB (en millones US\$) - GDP (million of US\$)	11,880.4	12,756.7	13,286.0	13,786.0	13,025.2	12,699.0	12,678.2
Población (miles de habitantes) ^{10/} - Population (thousands) ^{10/}	6,198.2	6,262.7	6,327.9	6,393.8	6,460.4	6,527.7	6,595.7
Base monetaria - Monetary base	23,502.5	29,661.4	29,138.0	33,113.6	30,132.7	34,477.7	43,668.3
Depósitos totales ^{11/} - Total deposits ^{11/}	117,345.7	133,636.1	145,144.1	160,719.0	127,434.1	128,855.3	149,636.2
Cartera de crédito bruta ^{12/} - Gross credit portfolio ^{12/}	100,712.1	123,839.2	146,721.6	167,150.3	152,240.2	132,386.0	127,644.8
Balance del SPNF a/d - Balance of NFPS (before grants)	(7,957.1)	(9,905.2)	(11,823.4)	(12,810.3)	(18,892.6)	(9,181.9)	(13,259.6)
Balance del SPNF d/d - Balance of NFPS (after grants)	(4,449.6)	(5,450.2)	(7,500.3)	(8,488.4)	(16,110.1)	(6,567.2)	(10,960.3)

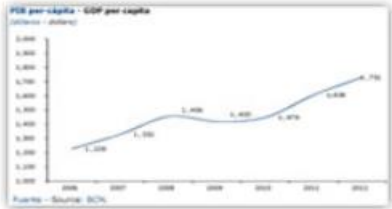


Principales Indicadores

Macroeconómicos - Main

Macroeconomic Indicators

DESCARGAR



Fuente: <https://www.bcn.gob.ni/cuadros-de-anuario-de-estadisticas-macroeconomicas-2022>.

Tabla 122: consumo de combustible en Nicaragua años (2008-2020)

36

Capítulo I: Sector real

Banco Central de Nicaragua - "Anuario de estadísticas macroeconómicas 2022"



Cuadro - Table I-26

Consumo de hidrocarburos^{1/} - Oil deriva

(miles de barriles - thousands barrels)

Conceptos - Concepts	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 ^{p/}
Gas licuado - Liquefied petroleum gas	707.5	757.1	875.4	792.6	940.2	1,056.9	1,094.4	1,233.9	1,349.4	1,438.9	1,430.0	1,429.7	1,534.2
Gasolina - Gasoline	1,705.9	1,820.4	1,860.8	1,914.0	2,055.1	2,132.3	2,273.5	2,581.6	2,846.0	2,968.9	2,781.0	2,929.4	2,900.6
Kero/turbo - Kero/turbo	216.0	193.1	180.0	187.4	208.6	201.9	214.9	244.9	243.5	272.3	204.0	185.5	100.7
Diesel - Diesel	3,152.9	3,097.6	3,282.3	3,474.0	3,560.7	3,655.9	3,853.6	4,232.1	4,441.5	4,627.5	4,279.3	4,337.7	4,309.5
Fuel oil - Fuel oil	3,437.3	3,830.6	3,297.0	3,894.5	3,442.7	3,037.7	3,078.6	3,501.2	3,411.6	2,954.0	2,891.6	3,036.0	1,981.9
Asfalto - Asphalt	111.4	70.2	82.4	114.0	104.9	69.5	64.4	115.5	131.3	95.4	113.3	141.1	81.2

1/ : Incluye el consumo de operación de la Refinería - It includes refineries operation consumption.

p/ : Preliminar - Preliminary.

Fuente - Source : MEM y BCN - Ministry of Energy and Mines (MEM) and Central Bank of Nicaragua (BCN).

Fuente: Anuario de Estadísticas Macroeconómicas BCN-2022 Pág. 36 pdf.

Nota: Los registros utilizados fueron los de consumo de Gasolina y Diesel los años (2008 -2020)

Tabla 123: Indicadores macroeconómicos años (2011-2022)

Informe Anual 2022

Principales indicadores macroeconómicos - Main macroeconomic indicators

Conceptos - Concepts	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Actividad económica^{1/} y empleo^{2/} - Economic activity/¹ and employment/²												
PIB a precios constantes (tasas de crecimiento) - Real GDP growth (%)	6.3	6.5	4.9	4.8	4.8	4.6	4.6	(3.4)	(2.9)	(1.8)	10.3	3.8
PIB per-cápita (en US\$) - GDP per cápita (US\$)	1,630.0	1,734.9	1,790.4	1,916.8	2,036.9	2,099.6	2,156.1	2,016.2	1,945.4	1,922.2	2,122.6	2,327.3
PIB per-cápita (tasas de crecimiento) - GDP per cápita growth (%)	8.2	6.4	3.2	7.1	6.3	3.1	2.7	(6.5)	(3.5)	(1.2)	10.4	9.6
Tasa de desempleo abierto - Unemployment rate (%)	5.9	5.9	5.7	6.6	5.9	4.5	3.7	5.4	5.6	5.0	4.5	3.5
Porcentaje de ocupados con subempleo - Underemployment as a percent of employed persons (%)	51.8	51.0	50.1	49.9	50.2	44.4	42.9	45.6	47.5	45.9	44.5	38.9
Precios y tipo de cambio - Prices and exchange rate												
Inflación anual acumulada nacional (IPC año base=2006) - National annual inflation (CPI 2006=100)	8.0	6.6	5.7	6.5	3.1	3.1	5.7	3.9	6.1	2.9	7.2	11.6
Inflación anual acumulada (Managua) ^{3/} - Managua annual inflation ^{3/}	8.6	7.1	5.4	6.5	2.8	3.1	5.8	3.3	6.5	2.6	7.3	11.3
Devaluación anual (%) ^{4/5} - Annual devaluation (%) ^{4/5}	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.7	2.9	2.0	2.0
Tipo de cambio oficial promedio (C\$ x US\$) - Average exchange rate (C\$ x US\$)	22.4	23.5	24.7	26.0	27.3	28.6	30.1	31.6	33.1	34.3	35.2	35.9
Tipo de cambio oficial a fin de período (C\$ x US\$) - Exchange rate, end of period (C\$ x US\$)	23.0	24.1	25.3	26.6	27.9	29.3	30.8	32.3	33.8	34.8	35.5	36.2
Sector monetario (tasas de crecimiento) - Monetary sector (percentage growth)												
Base monetaria - Monetary base	25.6	4.9	6.7	14.8	26.2	(1.8)	13.6	(9.0)	14.4	26.7	18.1	11.8
RIB / base monetaria (número de veces) - Gross international reserves/monetary base (number of times)	2.4	2.4	2.5	2.6	2.3	2.5	2.6	2.4	2.4	2.6	2.8	2.8
Depósitos totales - Total deposits	17.6	5.5	13.9	19.0	13.9	8.6	10.7	(20.7)	1.1	16.1	12.0	12.9
Cartera de crédito bruta - Banks' gross portfolio	18.9	29.0	21.3	19.5	23.0	18.5	13.9	(8.9)	(13.0)	(3.6)	4.7	15.3
Saldo de reservas internacionales netas (millones US\$) - Net international reserve balance (million of US\$)	1,710.5	1,718.1	1,840.0	2,153.2	2,401.2	2,387.5	2,716.2	2,038.9	2,208.5	3,073.5	3,954.6	4,356.4
Saldo de reservas internacionales brutas (millones US\$) - Gross international reserve balance (million of US\$)	1,892.3	1,887.2	1,993.0	2,276.2	2,492.3	2,447.8	2,757.8	2,261.1	2,397.4	3,211.9	4,046.6	4,404.4
Sector Público No Financiero (% del PIB)^{6/} - Non-financial public sector - NFPS (as % GDP)^{6/}												
Balance antes de donaciones - Balance of Non-Financial Public Sector (before grants)	(1.6)	(1.7)	(2.1)	(2.6)	(2.8)	(3.1)	(3.1)	(4.6)	(2.2)	(3.0)	(2.0)	0.5
Balance después de donaciones - Balance of NFPS (after grants)	0.2	(0.3)	(1.1)	(1.4)	(1.6)	(2.0)	(2.0)	(3.9)	(1.6)	(2.5)	(1.6)	0.8
Financiamiento externo - External financing NFPS	1.9	2.0	2.3	2.5	2.6	2.3	3.2	1.9	3.0	5.4	4.7	3.1
Financiamiento interno ^{7/} - Internal financing NFPS ^{7/}	(2.0)	(1.7)	(1.1)	(1.1)	(1.0)	(0.3)	(1.2)	2.0	(1.4)	(2.9)	(3.2)	(3.8)

Fuente: Informe Anual BCN-2020 Pág. 7 doc.

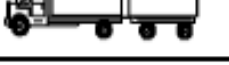
Nota: El promedio en PIB en los últimos 12 años corresponde a 3.55%

Tabla 124: Diagrama de cargas permisibles vehículos livianos y pasajeros

Tipo de vehículo	Peso por eje (TON)	Peso por eje (LBS)
AUTOMÓVIL	1/1	2200/2200
JEEP	1/1	2200/2200
CAMIONETA	1/2	2200/4400
MC-15	2/4	4400/8800
MC-15-30	4/8	8800/17600
C-2 LIV	4/8	8800/17600
BUS=C2	5/10	11000/22000

Fuente: Departamento de Vialidad MTI /Doc. Clasificación Vehicular.

Tabla 125: Diagrama de cargas permisibles por tipo de vehículo Vehículos Pesados

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	PESO MAXIMO AUTORIZADO						Peso Máximo Total (t) Ton - Met.
		1er. Eje	2do. Eje	3er. Eje	4to. Eje	5to. Eje	6to. Eje	
C2		5.00	10.00					15.00
C3		5.00	16.50					21.50
			8.25	8.25				
C4		5.00	20.00					25.00
			6.67	6.66	6.66			
T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00
T2-S2		5.00	9.00	16.00				30.00
				8.00	8.00			
T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00
				6.67	6.66	6.66		
T3-S1		5.00	16.00		9.00			30.00
			8.00	8.00				
T3-S2		5.00	16.00	16.00				37.00
			8.00	8.00	8.00	8.00		
T3-S3		5.00	16.00	20.00				41.00
			8.00	8.00	6.67	6.66	6.66	
C2-R2		4.50	9.00	4.0 a	4.0 a			21.50
		4.50	9.00	6.5 b	6.5 b			26.50
C3-R2		5.00	16.00	4.0 a	4.0 a			29.00
		5.00	8.00	8.00	6.5 b	6.5 b		34.00
C3-R3		5.00	16.00	4.0 a	5.0 a	5.0 a		35.00
		5.00	8.0 b	8.0 b	6.5 b	5.0 b	5.0 b	37.50

Fuente: Departamento de Vialidad MTI /Doc. Clasificación Vehicular.

Tabla 126: Factores equivalentes de cargas, ejes simples $P_T=2.0$ (Tabla 3-1)

Carga/eje		SN					
(kip)	(kN)	1	2	3	4	5	6
2	8.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	26.7	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	35.6	0.030	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	44.5	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.079
12	53.4	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	62.3	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	71.2	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.5	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	142.4	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	151.3	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	160.0	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	169.1	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	178.0	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	186.9	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	195.8	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	204.7	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	213.6	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	222.5	113	108	97	86	81	82

Fuente: Datos Extraído de Manual AASHTO-93 Design Requirements. pág. 172 pdf.

Valores interpolados en Kips, asumiendo un SN =5 y serviciabilidad final $P_t=2.0$

2.2 kips	4.4 kips	8.8 kips	11 kips	17.60 kips
----------	----------	----------	---------	------------

Nota: El valor de 22 kips, no fue necesario interpolarlo, ya que, se encuentra en la tabla con un valor de **2.35**.

Tabla 127: Factores equivalentes de cargas, ejes tándem, Pt=2.0. (Tabla 3-2)

Carga/eje		SN					
(kip)	(kN)	1	2	3	4	5	6
2	8.9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	17.8	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
6	26.7	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
8	35.6	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
10	44.5	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.006
12	53.4	0.013	0.016	0.016	0.014	0.013	0.012
14	62.3	0.024	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023
16	71.2	0.041	0.048	0.050	0.046	0.042	0.040
18	80.0	0.066	0.077	0.081	0.075	0.069	0.066
20	89.0	0.103	0.117	0.124	0.117	0.109	0.105
22	97.9	0.156	0.171	0.183	0.174	0.164	0.158
24	106.8	0.227	0.244	0.260	0.252	0.239	0.231
26	115.7	0.322	0.340	0.360	0.353	0.338	0.329
28	124.6	0.447	0.465	0.487	0.481	0.466	0.455
30	133.5	0.607	0.623	0.646	0.643	0.627	0.617
32	142.4	0.810	0.823	0.843	0.842	0.829	0.819
34	151.3	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	160.0	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.1	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	178.0	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	186.9	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	195.8	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	204.7	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	213.6	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	222.5	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	231.4	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	240.3	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	249.2	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	258.1	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	267.0	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	275.9	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	284.7	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	293.6	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	302.5	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	311.4	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	320.3	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	329.2	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	338.1	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	347.0	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	355.9	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	364.8	61.1	58.7	52.9	47.6	46.0	47.8
84	373.7	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	382.6	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	391.5	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	400.4	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Fuente: Datos Extraído de Manual AASHTO-93 Design Requirements. pág. 172 pdf.

Valores interpolados en Kips, asumiendo un SN =5 y una serviciabilidad final Pt=2.0.

36.30 Kips

Tabla 128: Clasificación de suelos AASHTO M-145

CLASIFICACION GENERAL	Materiales Granulares (igual o menor del 35% pasa el tamiz N° 200)							Materiales Limo - Arcillosos (más del 35% que pasa el tamiz N° 200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
											A-7-6
% que pasa el Tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del Material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			NO PLÁSTICO	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 máx.
Índice de Plasticidad	6máx.	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Grava, arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno						Regular a Deficiente				
NOTA: El índice de plasticidad de los suelos A-7-5 es igual o menor que su Límite Líquido 30, el de los A-7-6 mayor que su Límite Líquido (fig. 1) se halla indicada la relación entre lo LL e IP de los materiales finos. Dicho de otro modo, el grupo A-7 es subdividido en A-7-5 ó A-7-6 dependiendo del Límite Plástico (L.P.) Si el LP ≥ 30, la clasificación es A-7-6 Si el LP < 30, la clasificación es A-7-5											

Fuente: Libro de diseño de pavimentos, (Norma AASHTO M-145).

Tabla 129: Registro de campo y clasificación visual de los materiales

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.:2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Registro de Campo y Clasificación Visual de los Materiales

Proyecto: Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Fecha: 18/10/2022

Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)

Longitud Total: 2.0 Kilómetros

Procedencia: Muestras de campo del camino mediante sondeos manuales

Ubicación: San Sebastian de Yali

SONDEOS	ESTACIÓN	UBICACIÓN	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (cm)		ESPESOR CAPA (cm)	CLASIFICACIÓN DE CAMPO
				De	A		
1	0+000	B.D	1	0	30	30	Grava Limo Arcillosa, Café Claro con pintas Rojas
	0+000	B.D	2	30	45	15	Grava Limo Arenosa, Café
	0+000	B.D	3	45	150	105	Limo Arcilloso, Café
2	0+200	L.C	4	0	40	40	Grava Limo Arcillosa, Café
	0+200	L.C	5	40	150	110	Grava, Gris con pintas
3	0+400	B.I	6	0	30	30	Grava Limo Arenosa, Café
	0+400	B.I	7	60	150	90	Limo Arcilloso con Grava, Café oscuro
4	0+600	B.D	8	0	25	25	Grava Limo Arenosa, Café
	0+600	B.D	9	25	150	125	Limo Arcilloso con Grava, Café oscuro
5	0+800	L.C	10	0	150	150	Arcilla Limosa Gravosa de 3", Amarillenta y Café cl
6	1+000	B.I	11	0	25	25	Grava Limo Arenosa, Café claro
	1+000	B.I	12	25	40	15	Limo Arcillosa, Café
	1+000	B.I	13	40	150	110	Grava Limo Arcillosa, Café Rojizo
7	1+200	B.D	14	0	30	30	Grava Limo Arenosa, Café claro
	1+200	B.D	15	30	120	90	Grava Limo Arenosa, Café Amarillento
	1+200	B.D		120	+	?	No se pudo penetrar
8	1+400	L.C	16	0	10	10	Grava Limo Arenosa, Café claro
	1+400	L.C	17	10	45	35	Limo Arcilloso con Grava, Café Rojizo
	1+400	L.C	18	45	150	105	Limo Arcilloso, Rojizo
9	1+600	B.I	19	0	30	30	Grava Limo Arenosa, Café claro
	1+600	B.I	20	30	150	120	Limo Arcilloso, Café
10	1+800	B.D	21	0	20	20	Grava de 4" Arcillosa Limosa, Café
	1+800	B.D	22	20	150	130	Grava de 4" Arcillosa con bolones de 8", Café y Am
11	2+000	L.C	23	0	30	30	Grava Limo Arenosa, Café claro
	2+000	L.C	24	30	150	120	Grava Limo Arcillosa, Café

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) - MTI (2022).

Tabla 130: Resultados de clasificación y humedad (Sm1-Sm7)

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Proyecto: Comunidad Monte Cristo -Pizotales

Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)

Procedencia: Muestras de campo del camino mediante sondeos manuales

Fecha: Noviembre del 2022

Longitud: 2.0 Kilómetros

Ubicación: San Sebastián de Yalí

Resumen de resultados de Granulometria, Plasticidad y Clasificacion en Materiales de la via

SONDEO No.	MUESTRA N°	ESTACION Km + m	PROFUNDIDAD (cm)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	ANALISIS GRANULOMETRICO GRUESOS Y FINOS ASTM D-422 AASHTO T-88												Límites		Clasificación AASHTO		Humedad %
			De	A		3"	2"	1	1/2"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP	Grupo	IG			
1	1	0+000	0	30	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	100	98	85	67	58	42	29	22	15	10	31	13	A-2-6	0	9.2		
1	2	0+000	30	45	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	94	77	69	50	37	28	18	12	35	16	A-2-6	0	7.7		
1	3	0+000	45	150	Arena Limosa	100	100	100	100	100	100	100	94	71	49	57	25	A-7-5	9	40.8		
2	4	0+200	0	40	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	100	98	85	67	58	42	29	22	15	10	31	13	A-2-6	0	7.5		
2	5	0+200	40	150	Grava pobremente gradada con Limos	100	88	80	64	50	31	20	15	11	7	33	8	A-2-4	0	13.1		
3	6	0+400	0	30	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	100	98	85	67	58	42	29	22	15	10	31	13	A-2-6	0	6.8		
3	7	0+400	30	150	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	86	73	68	50	45	35	27	20	12	8	28	10	A-2-4	0	9.5		
4	8	0+600	0	25	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	100	98	85	67	58	42	29	22	15	10	31	13	A-2-6	0	6.5		
4	9	0+600	25	150	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	100	98	97	94	85	73	36	25	36	7	A-2-4	0	19.8		
5	10	0+800	0	150	Grava Limosa con Arena	100	100	100	97	89	72	55	36	23	15	0	NP	A-1-a	0	7.9		
OBSERVACIONES:																						
L.L. : Límite Líquido I.P. : Índice Plástico I.G. : Índice de Grupo N.P. : Suelo No Plástico																						

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) - MTI (2022).

Tabla 131: Resultados de clasificación y humedad (Sm8-Sm13)

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Proyecto: Comunidad Monte Cristo -Pizotales

Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)

Procedencia: Muestras de campo del camino mediante sondeos manuales

Fecha: Noviembre del 2022

Longitud: 2.0 Kilómetros

Ubicación: San Sebastián de Yalí

Resumen de resultados de Granulometria, Plasticidad y Clasificacion en Materiales de la via

SONDEO No.	MUESTRA N°	ESTACION Km + m	PROFUNDIDAD (cm)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	ANALISIS GRANULOMETRICO GRUESOS Y FINOS ASTM D-422 AASHTO T-88										Límites		Clasificación AASHTO		Humedad %
			De	A		3"	2"	1	1/2"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP	Grupo	IG	
6	11	1+000	0	25	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	94	77	69	50	37	28	18	12	35	16	A-2-6	0	7.7
6	12	1+000	25	40	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	74	55	42	35	22	12	9	7	6	53	28	A-2-7	0	11
6	13	1+000	40	150	Grava pobremente gradada con Arcilla	100	91	76	63	54	34	23	18	13	9	49	24	A-2-7	0	12.2
7	14	1+200	0	30	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	94	77	69	50	37	28	18	12	35	16	A-2-6	0	4.4
7	15	1+200	30	120	Grava pobremente gradada con Limos	100	88	80	64	50	31	20	15	11	7	33	8	A-2-4	0	12.1
Manto Rocos No Penetrable con barra																				
8	16	1+400	0	10	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	94	77	69	50	37	28	18	12	35	16	A-2-6	0	5.2
8	17	1+400	10	45	Grava Arcillosa con Arena	91	79	71	66	61	48	35	29	20	13	38	16	A-2-6	0	12.9
8	18	1+400	45	150	Grava Arcillosa con Arena	100	100	96	95	92	82	63	53	39	28	45	21	A-2-7	1	19.5
9	19	1+600	0	30	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	100	94	77	69	50	37	28	18	12	35	16	A-2-6	0	5
9	20	1+600	30	150	Grava Arcillosa con Arena	100	85	79	73	70	62	45	37	26	18	46	22	A-2-7	0	20.9
10	21	1+800	0	20	Grava bien gradada con Limos y Arena	86	57	54	48	44	35	26	15	8	5	-	NP	A-1-a	0	2.5
10	22	1+800	20	150	Grava pobremente gradada con Limos	80	70	60	47	41	29	19	13	9	8	-	NP	A-1-a	0	8.5
11	23	2+000	0	30	Grava pobremente gradada con Arcilla y Arena	100	95	87	73	63	43	30	22	13	8	26	10	A-2-4	0	3.4
11	24	2+000	30	150	Grava pobremente gradada con Arcilla	83	68	61	49	42	31	20	16	11	8	41	20	A-2-7	0	9.9
OBSERVACIONES:																				
L.L. : Límite Líquido I.P. : Índice Plástico I.G. : Índice de Grupo N.P. : Suelo No Plástico																				

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) - MTI (2022).

Tabla 132: Resultados de CBR en materiales Est: 0+00 a 2+000

IDISA

Fecha: 16/11/2022

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Proyecto: Adoquinado de la Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Ubicación: Municipio de San Sebastián de Yalí, Depart. Jinotega

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Procedencia: Muestras de campo/sondeos manuales

Longitud: 2.0 kilometros

Resumen de resultados de Valor de Soporte (CBR) de los sondeos manuales

SONDEO No.	MTRS	ESTACION Km + m	PROFUNDIDAD (cm)		DESCRIPCION DEL MATERIAL	Clasificación AASHTO		Valor de CBR (%)		
			De	A		Grupo	IG	90%	95%	100%
1	1	0+000	0	30	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	7	13	18
1	2	0+000	30	45	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	7	14	20
1	3	0+000	45	150	Arena Limosa	A-7-5	9	3	4	5
2	4	0+200	0	40	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	5	5	6
2	5	0+200	40	150	Grava pobrementemente gradada con Limos	A-2-4	0	3	10	17
3	6	0+400	0	30	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	7	9	15
3	7	0+400	30	150	Grava pobrementemente gradada con Limos	A-2-4	0	7	12	18
4	8	0+600	0	25	Grava Pobrementemente Gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	7	9	15
4	9	0+600	25	150	Grava pobrementemente gradada con Limos	A-2-4	0	7	12	13
5	10	0+800	0	150	Grava Limosa con Arena	A-1-a	0	43	48	53
6	11	1+000	0	25	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	7	12	18
6	12	1+000	25	40	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-7	0	6	12	17
6	13	1+000	40	150	Grava pobrementemente gradada con Arcilla	A-2-7	0	7	18	20
7	14	1+200	0	30	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	11	18	26
7	15	1+200	30	120	Grava pobrementemente gradada con Limos	A-2-4	0	11	14	17
.....Manto Rocoso										
8	16	1+400	0	10	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	12	19	25
8	17	1+400	10	45	Grava Arcillosa con Arena	A-2-6	0	12	18	23
8	18	1+400	45	150	Grava Arcillosa con Arena	A-2-7	1	11	12	16
9	19	1+600	0	30	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-6	0	6	12	17
9	20	1+600	30	150	Grava Arcillosa con Arena	A-2-7	0	10	17	19
10	21	1+800	0	20	Grava bien gradada con Limos y Arena	A-1-a	0	46	58	70
10	22	1+800	20	150	Grava pobrementemente gradada con Limos	A-1-a	0	35	45	50
11	23	2+000	0	30	Grava pobrementemente gradada con Arcilla y Arena	A-2-4	0	25	31	40
11	24	2+000	30	150	Grava pobrementemente gradada con Arcilla	A-2-7	0	10	17	19

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) - MTI (2022).

Gráfico - 19: Estratigrafía estación 00+00 (Sm- 1) - estación 00+600 (Sm- 4)

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5c, al sur 1 1/2c. Abajo- Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

Perfil Estratigráfico de la Plataforma Vial

Proyecto: Comunidad Monte Cristo- Pizotales

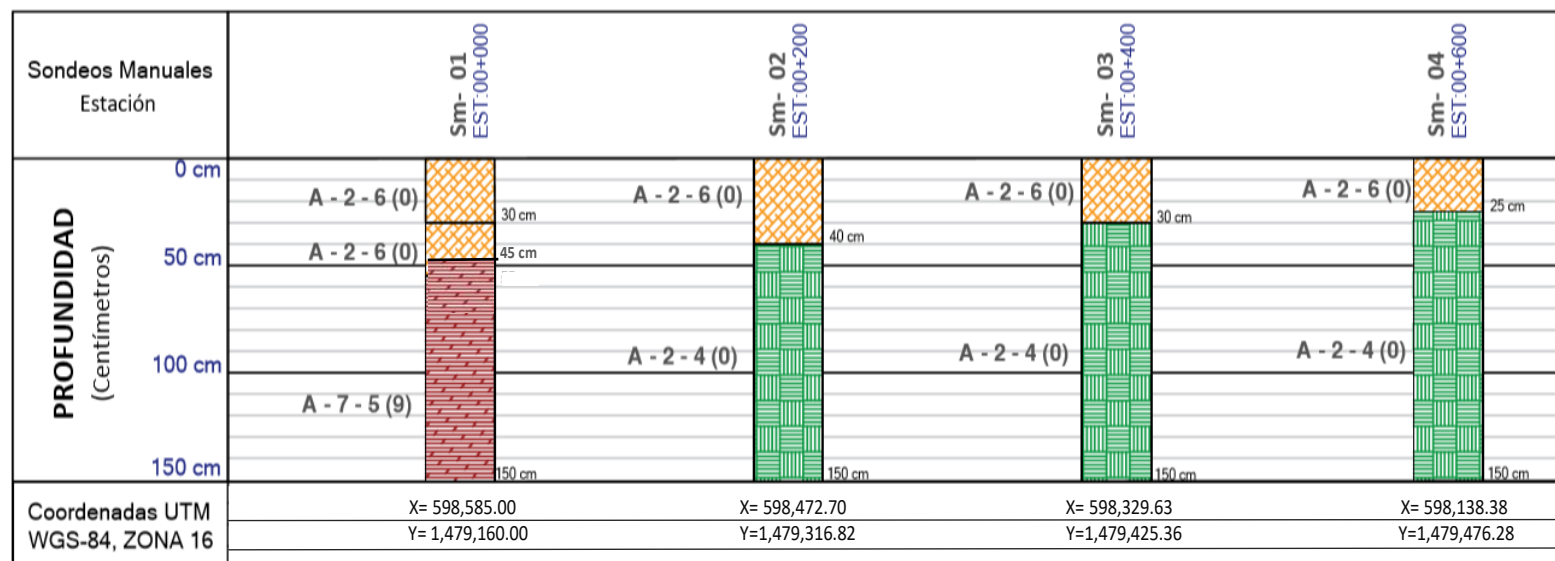
Fecha: Noviembre del 2022

Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)

Longitud Total: 2.0 Kilometros

Sondeos Manuales: Sondeo N°1 - Sondeo N°4 Estaciones: 0+000 - 0+600

Ubicación: San Sebastián de Yalí -Jinotega



Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) /Realizado por Sustentantes.

Gráfico- 20: Estratigrafía estación 00+800 (Sm- 5) - estación 01+400 (Sm- 8)

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5c, al sur 1 1/2c. Abajo- Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

Perfil Estratigráfico de la Plataforma Vial

Proyecto: Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Fecha: Noviembre del 2022

Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)

Longitud Total: 2.0 Kilometros

Sondeos Manuales: Sondeo N°5 - Sondeo N°8 **Estaciones:** 0+800 - 1+400

Ubicación: San Sebastián de Yalí -Jinotega

Sondeos Manuales Estación	Sm- 05 EST:00+800	Sm- 06 EST:01+000	Sm- 07 EST:01+200	Sm- 08 EST:01+400
PROFUNDIDAD (Centímetros)				
0 cm		A - 2 - 6 (0)	A - 2 - 6 (0)	A - 2 - 6 (0)
50 cm	A - 1 - a (0)	A - 2 - 7 (0)	A - 2 - 4 (0)	A - 2 - 7 (1)
100 cm		A - 2 - 7 (0)		
150 cm				
	150 cm	150 cm	120 cm	150 cm
			MANTO ROCOSO	
Coordenadas UTM WGS-84, ZONA 16	X= 597,961.52 Y= 1,479,557.84	X= 597,805.71 Y=1,479,676.35	X= 597,659.78 Y=1,479,802.61	X= 597,497.71 Y=1,479,895.46

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) /Realizado por Sustentantes.

Gráfico - 21: Estratigrafía estación 01+600 (Sm- 9) - estación 02+000 (Sm- 11)

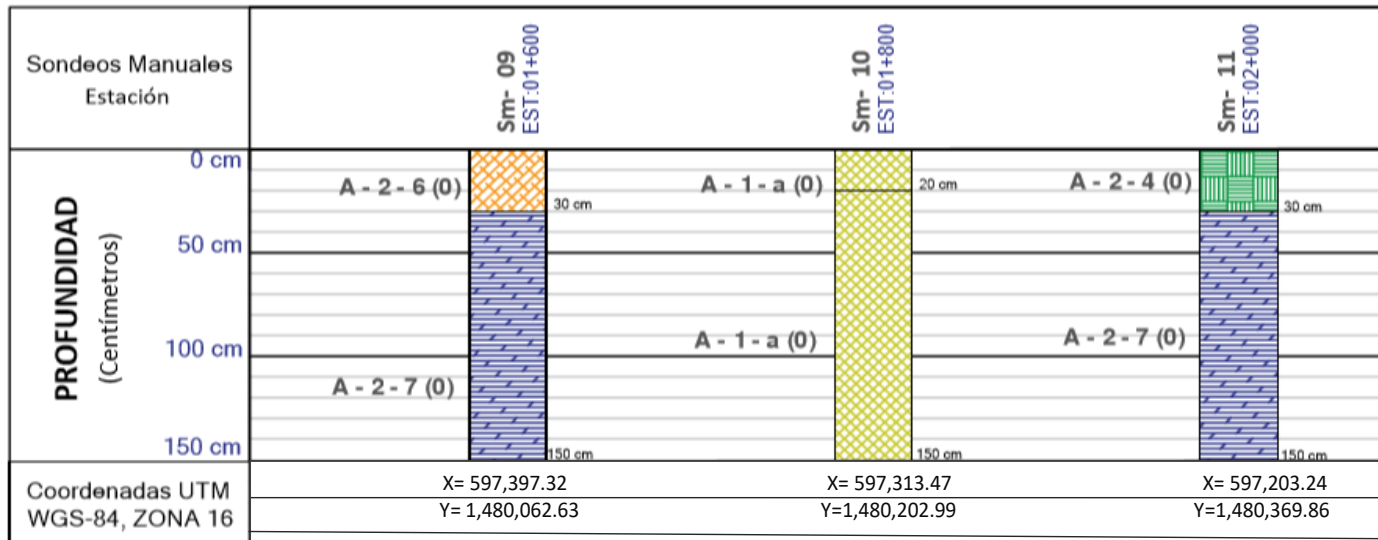
IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5c, al sur 1 1/2c. Abajo- Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

Perfil Estratigráfico de la Plataforma Vial

Proyecto: Comunidad Monte Cristo- Pizotales	Fecha: Noviembre del 2022
Dueño: MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)	Longitud Total: 2.0 Kilometros
Sondeos Manuales: Sondeo N°9 - Sondeo N°11 Estaciones: 1+600 - 2+000	Ubicación: San Sebastián de Yalí -Jinotega



Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA) /Realizado por Sustentantes.

Tabla 133: Ubicación de bancos de materiales existentes

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.:2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Ubicación de Banco de Material N°1

Proyecto:	Mejoramiento del tramo Comunidad Monte Cristo- Pizotales						IDISA	
Dueño del proyecto:	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)				Banco:	N° 1		
Dueño del banco:	Jose Eleazar Montenegro ; 02+00, 1.45 km al noreste							
Desde:	0.3	Hasta:	3	Espesor:	2.7	Fecha:	10/11/2022	
Clasificación AASHTO:	A-2-4 (0)			Altura	20.00	Volumen Aproximado (m3)		56,000.00
Uso Probable:	Terraceria Mejorada y Rellenos/Estabilizado con cemento uso: Base/ Subbase			Ancho	40.00			
				Largo	70.00			
UTM WGS-84	ESTE (X)		598,159		Escala	SUCS		
	NORTE (Y)		1.481.869		sin esc	GW-GC		

Ubicación de Banco de Material N°2

Proyecto:	Mejoramiento del tramo Comunidad Monte Cristo- Pizotales						IDISA	
Dueño del proyecto:	MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA (M.T.I.)				Banco:	N° 2		
Dueño del banco:	Exineo Rivera Castillo; 02+000, a 2.2 Km al noreste							
Desde:	0.3	Hasta:	3	Espesor:	2.7	Fecha:	10/11/2022	
Clasificación AASHTO:	A-1-a (0)			Altura	22.00	Volumen Aproximado (m3)		43,472.0
Uso Probable:	Capa de Relleno y Terracerias/Estabilizado con cemento Uso: Base o Sub-Base			Ancho	38.00			
				Largo	52.00			
UTM WGS-84	ESTE (X)		572,782		Escala	SUCS		
	NORTE (Y)		1,481,071		sin esc	GW-GM		

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Tabla 134: Resultados de prueba de CBR- banco N°1

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Proyecto: Adoquinado de la Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Ubicación: Municipio de San Sebastián de Yalí, Depart Jinotega

FECHA: 17/10/2022

PROCEDENCIA: Banco #1

ENSAYO CARGA DE PENETRACION

MUESTRA	1
UBICACIÓN	Banco #1
DUEÑO	Jose Eleazar Montenegro
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4(0)
SONDEO	Stock

RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R.

Anillo	Molde 1		Molde 2		Molde3	
	Dial	Carga	Dial	Carga	Dial	Carga
0.025"	15	46	25	77	35	108
0.05"	50	155	80	248	120	371
0.075"	100	310	140	433	190	588
0.1"	160	495	200	619	230	711
0.15"	220	681	260	805	290	897
0.2"	260	805	310	960	360	1113
0.3"	340	1052	370	1145	500	1546
0.4"	530	1640	440	1362	640	1979
C.B.R		39		47		55

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Tabla 135: Ensayo carga de penetración y hinchamiento – banco N°1

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INV PROYECTO:

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.:2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

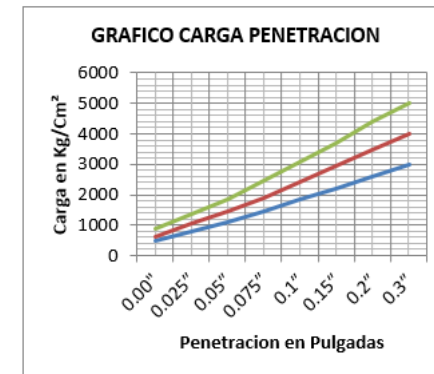
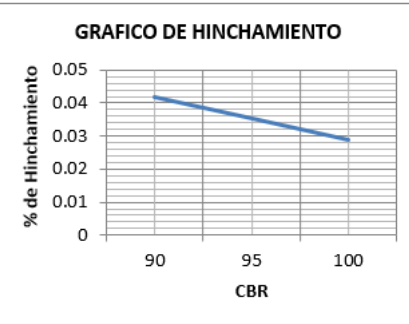
Proyecto: Adoquinado de la Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Ubicación: Municipio de San Sebastián de Yalí, Depart Jinotega

PROCEDENCIA: Banco #1

ENSAYO CARGA DE PENETRACION

COMPACTACION C.B.R.							
FECHA	22/10/2022	P.V.S. Max. Kg/m³ :		1,990	Hum. Optima (%) :		12.60
MOLDE		1		7		5	
Altura de Especimen		1.26	17	1.27	18	1.27	19
Número de capas		3		3		3	3
Número de golpes/capa		16		36		71	
Peso mat. Hum.+molde		11200		11800		12550	
Peso molde		6515		6840		7000	
Peso mat. Humedo		4685		4960		5550	
Volumen de Especimen		2317		2335		2427	
Densidad humeda		2022		2124		2287	
Densidad seca		1842		1945		2084	
Comp. Reproducido		89.3		94		101.1	
Ensayo de Humedad				Ensayo de Hinchamiento			
Peso hum. + tara	186.2	166.9	232.8				
Peso seco + tara	169.6	152.8	212.2				
Peso del agua	16.6	14.1	20.6				
Peso de tara	0	0	0				
Peso mat. Seco	169.6	152.8	212.2	Diferencia de lecturas	0.3	0.26	0.2
Cont. De humeda	9.8	9.2	9.7	% de hinchamiento	0.238095238	0.204724409	0.157480315



Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Tabla 136: Resultados de prueba de CBR- banco N°2

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO PROYECTO:

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.: 2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Proyecto: Adoquinado de la Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Ubicación: Municipio de San Sebastián de Yalí, Depart Jinotega

FECHA: 18/10/2022

PROCEDENCIA: Banco #1

MUESTRA	1
UBICACIÓN	Banco #2
DUEÑO	Exineo Rivera Castillo
CLASIFICACION AASHTO	A-1-a(0)
SONDEO	Stock

RESULTADOS DE PRUEBAS DE C.B.R.						
Anillo	Molde 1		Molde 2		Molde3	
	Dial	Carga	Dial	Carga	Dial	Carga
0.025"	28	570	39	794	45	916
0.05"	44	896	60	1222	74	1507
0.075"	60	1222	81	1649	103	2097
0.1"	77	1568	105	2138	133	2708
0.15"	98	1995	133	2708	169	3441
0.2"	120	2443	161	3278	205	4174
0.3"	142	2891	190	3868	243	4947
0.4"	164	3339	217	4418	279	5680
C.B.R		54		73		93

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Tabla 137: Ensayo carga de penetración y hinchamiento – banco N°2

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INV PROYECTO:

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.:2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

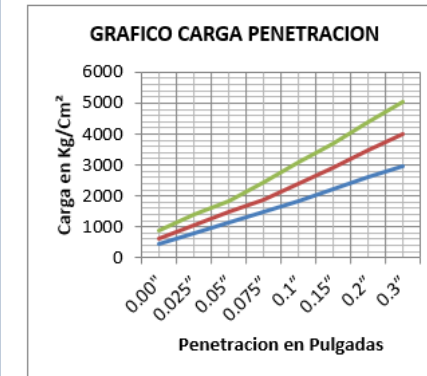
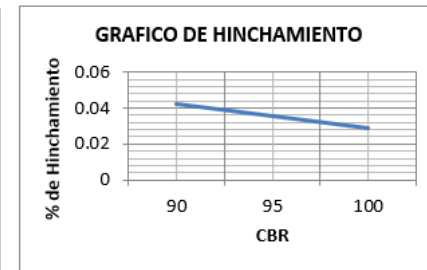
Proyecto: Adoquinado de la Comunidad Monte Cristo- Pizotales

Ubicación: Municipio de San Sebastián de Yalí, Depart Jinotega

PROCEDENCIA: Banco #2

ENSAYO CARGA DE PENETRACION

COMPACTACION C.B.R.							
FECHA	22/10/2022	P.V.S. Max. Kg/m³ :		1,935	Hum. Optima (%) :		13.80
MOLDE		8		9		10	
Altura de Especimen		11.75	17	11.75	18	11.77	19
Número de capas		3		3		3	3
Número de golpes/capa		16		36		71	
Peso mat. Hum.+molde		11192		11585		11732	
Peso molde		7048		7215		7129	
Peso mat. Humedo		4144		4370		4603	
Volumen de Especimen		2086		2086		2086	
Densidad humeda		1987		2095		2207	
Densidad seca		1748		1854		1946	
Comp. Reproducido		90.3		96		100.5	
Ensayo de Humedad				Ensayo de Hinchamiento			
Peso hum. + tara	460.8	460.2	462.2				
Peso seco + tara	418.5	419.7	420.5				
Peso del agua	42.3	40.5	41.7				
Peso de tara	107.9	108.3	109.7				
Peso mat. Seco	310.6	311.4	310.8				
Cont. De humeda	13.6	13.0	13.4				
				Lectura inicial	100	96	107
				Lectura final	103	98	108
				Diferencia de lecturas	3	2	1
				% de hinchamiento	0.06626087	0.044173913	0.022086957



Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Tabla 138: Ensayo desgaste de los ángulos y intemperismo acelerado– banco n°1,2

IDISA

INGENIERIA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A

Barrio San Luis, del Edificio Armando Guido 5 c. al sur 1 1/2c abajo

Telfs.:2248-1160, 2248-1729, 2244-2095

E-mail: idisa@turbonett.com.ni

Ensayos Adicionales de Bancos de Materiales Identificados

DESGASTE DE LOS ANGELES		
N° BANCO	BANCO N° 1	BANCO N° 2
DETERMICACION No.	1	1
PESO DE LA MUESTRA ORIGINAL, LAVADA Y SECADA AL HORNO	5000	5000
PESO DEL MATERIAL SECO RETENIDO EN MALLA No.12	1450	1485
DIFERENCIA	3550	3,515
% APROXIMADO DE DESGASTE	29	32
PESO DE MATERIAL, LAVADO Y SECADO AL HORNO, RETENIDO MALLA No.12	3525	3500
% DEFINITIVO DE DESGASTE	29.5	28
RESULTADO DE INTEMPERISMO	6.2	8.3
NOTA: Las muestra que no presentan resultados de ensayos de Desgate de los Angeles e Intemperismo se debe aque corresponden a materiales terrosos. Estos ensayos se aplican solamente en gravas, arenas y materiales rocosos.		

Fuente: INGENIERÍA, DESARROLLO E INVERSIONES, S.A (IDISA).

Imagen-35: Adoquín tipo tráfico

Adoquines tipo cruz



- **Resistencia 28 días:** 3500 PSI

Dimensiones

Largo: 24 CM

Ancho: 22 CM

Espesor: 10 CM

Ventajas

- Fácil manejo en el transporte y la colocación, ya que no requieren de mano de obra especializada
- Fabricados a base de concreto de alta resistencia.
- Resistentes a la absorción, intemperie y humedad, generando un pavimento casi indestructible.
- Superficie es autoderrapante, todo ello con una apariencia agradable y a un costo más accesible.
- Su capacidad de transmitir carga permite pesos y tráficos que sobre sub-bases que requieran espesores mayores de concreto o en su defecto refuerzo de acero.



Fuente: CEMEX Managua- Nicaragua (Elementos de concreto 2023).

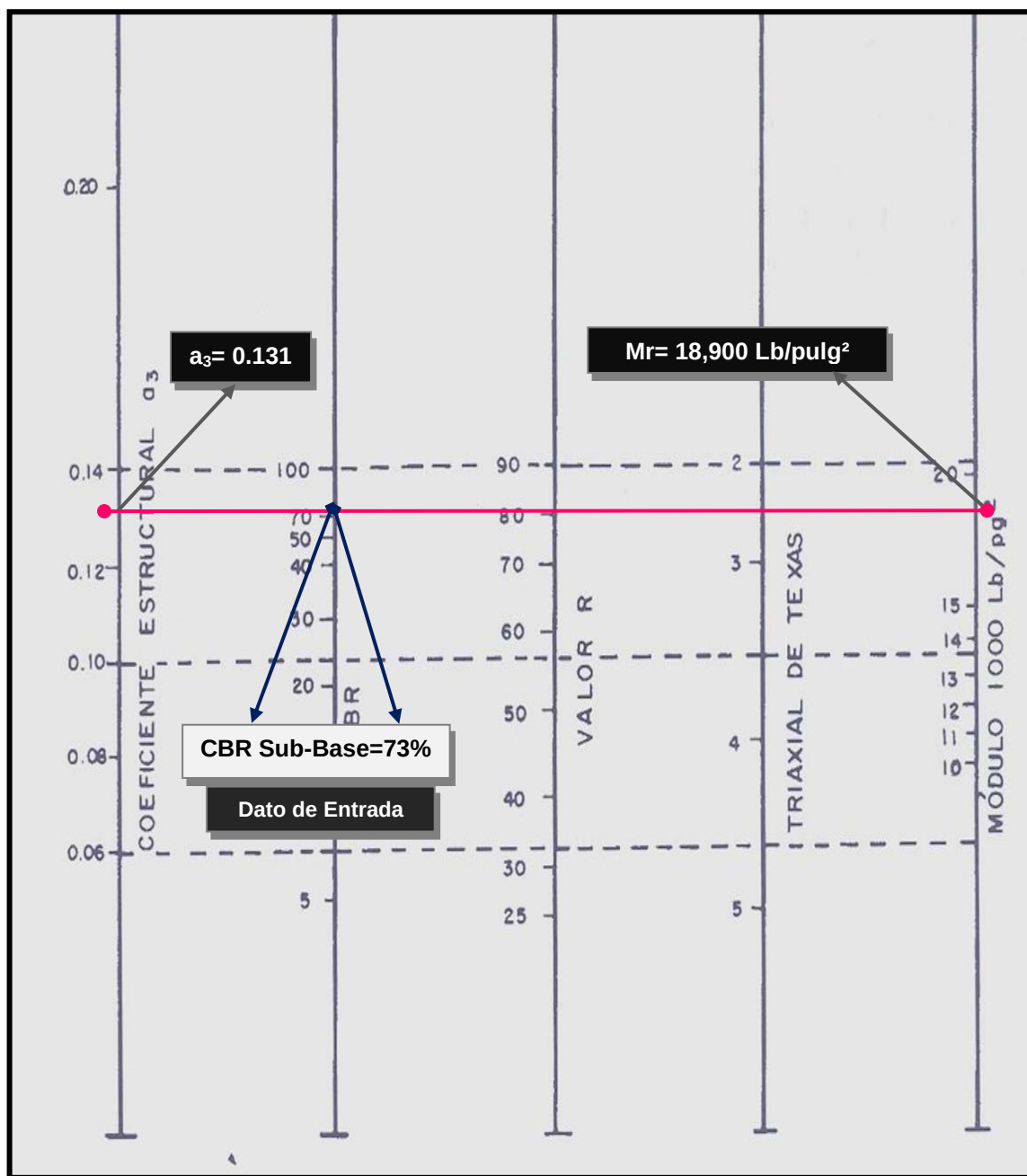
(1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois, Louisiana y Texas.

(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

Nota: parámetro de entrada valor de resistencia a la compresión del banco base estabilizado N°2

Mr: 57,000 Lb/pulg²

Gráfico- 23: Coeficiente estructural a_3 y módulo resiliente, para sub-base no tratada



Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos AASHTO 1993 pág. 77.

Nota: El módulo de resiliencia en este caso disminuye en comparación con la base ya que, el esfuerzo producido por el número de aplicaciones también será menor a esta profundidad, también dependerá de otros factores como condiciones de compactación, contenido de agua o saturación y peso volumétrico.

Imagen-36: Comprobación del SN3

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is configured for flexible pavement ('Pavimento flexible') with a confidence level of 80% ($Z_r = -0.841$) and a standard deviation (S_o) of 0.45. The initial serviceability index (PSI) is 4.2 and the final is 2.0. The resilient modulus of the subgrade (M_r) is 11132.6 psi. The analysis type is 'Calcular SN', resulting in a W_{18} of 724314 and a structural number (SN) of 2.57. The 'Calcular' button is highlighted.

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S_o)	
☒ Pavimento flexible	☐ Pavimento rígido	80 % $Z_r = -0.841$	S_o 0.45
Serviciabilidad inicial y final		Módulo resiliente de la subrasante	
PSI inicial 4.2	PSI final 2.0	M_r 11132.6 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)		Coeficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)		Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis		Número Estructural	
☒ Calcular SN	$W_{18} =$ 724314	SN = 2.57	
☐ Calcular W_{18}			
Calcular		Salir	

Fuente: Software Ecuación AASHTO-93, (Luis Ricardo. Vásquez Varela año 2000).

Imagen-37: Comprobación del SN2

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is configured for flexible pavement ('Pavimento flexible') with a confidence level of 80% ($Z_r = -0.841$) and a standard deviation (S_o) of 0.45. The initial serviceability index (PSI) is 4.2 and the final is 2.0. The resilient modulus of the subgrade (M_r) is 18900 psi. The analysis type is 'Calcular SN', resulting in a W_{18} of 724314 and a structural number (SN) of 2.12. The 'Calcular' button is highlighted.

Tipo de Pavimento		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S_o)	
☒ Pavimento flexible	☐ Pavimento rígido	80 % $Z_r = -0.841$	S_o 0.45
Serviciabilidad inicial y final		Módulo resiliente de la subrasante	
PSI inicial 4.2	PSI final 2.0	M_r 18900 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)		Coeficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)		Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis		Número Estructural	
☒ Calcular SN	$W_{18} =$ 724314	SN = 2.12	
☐ Calcular W_{18}			
Calcular		Salir	

Fuente: Software Ecuación AASHTO-93, (Luis Ricardo. Vásquez Varela año 2000).

Tabla 139: Detalle de ubicación de delineadores

Cambios en el Alineamiento Horizontal (P-1)	
Curva Peligrosa a la Izquierda y Curva Peligrosa a la Derecha  P-1-1	Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda, o a la derecha, en la cual sea necesario reducir la velocidad de operación del sitio en un 30% o más, o cuando las características físicas y de visibilidad de la curva conlleven riesgo de accidente. Puede ser complementada con señal reglamentaria que indica límite de velocidad.
Curva Pronunciada a la Izquierda y Curva Pronunciada a la Derecha  P-1-2	Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad de una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, en la cual es necesario reducir en un 30 y 10 % la velocidad de operación del sector, para realizar la maniobra segura. Puede ser complementada con señal reglamentaria que indica límite de velocidad máxima. Se debe instalar a 120 metros antes de ingresar a la curva horizontal, siempre y cuando el radio sea menor de 300 metros.
Curva y Contracurva peligrosas (Izquierda-Derecha)  P-1-3	Estas señales se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una curva peligrosa a la izquierda o a la derecha, seguidas de una curva de características similares. Debe acompañarse con señales que indiquen límite de velocidad y delineadores de curva horizontal.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 140: Detalle de ubicación de delineadores

Curva y Contracurva pronunciadas (Izquierda-derecha).  P-1-4	Estas señales se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, seguidas de una curva separada por una tangente menor de 150 metros para velocidades de circulación del sector de 80 km/h.
Curvas Sucesivas primera Izquierda, primera Derecha  P-1-5	Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a un sector que inicia con una curva izquierda o derecha y sigue con dos o tres curvas más, sucesivas y de sentido contrario, separadas por tangentes menores de 150 metros para velocidades de 80 Km/h.
Pasos Angostos	
Puente Angosto  P-5-1 P-5-7	Se debe emplear para advertir al conductor la proximidad a un puente, alcantarilla u obra de similares características, cuyo ancho es inferior al ancho de corona de la vía, se debe complementar con la señal P-5-7(Texto Puente Angosto). Si el ancho es inferior a $\frac{3}{4}$ del ancho de la calzada se debe complementar con una señal reglamentaria, que indique el ancho permitido.
Reducción Asimétrica de la Calzada Izquierda y Reducción de la Calzada Derecha 	Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una reducción en el ancho de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha, ésta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 141: Detalle de ubicación de delineadores

Proximidad de Intersecciones o Entronques	
Intersecciones de Vías  P-2-1	Se empleará para advertir al conductor la proximidad al cruce de dos vías. Esta señal se debe complementar con señales de ALTO y Ceda el Paso.
Vía Lateral Izquierda y Derecha  P-2-3	Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío por el lado izquierdo o derecho de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos, formando un ángulo aproximado de 90°. Debe complementarse con señales de Ceda el Paso y Alto. Se debe instalar a 120 metros antes de ingresar a la intersección.
Bifurcación "Y" en Izquierda y Derecha  P-2-4	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de la vía por el costado izquierdo o derecho de la misma. Se debe complementar con señales Ceda el Paso.
Bifurcación en Y  P-2-6	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de vías en forma de "Y" no canalizada, en la cual hay giro a uno y otro lado.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 142: Detalle de ubicación de delineadores

Pendientes Pronunciadas y Rampas de Emergencia	
Descenso Peligroso  P-6-1	Se utilizará para advertir al conductor la proximidad a un sector de la vía con una pendiente fuerte de descenso que pueda incrementar, hasta condiciones peligrosas la velocidad del vehículo si no se toman precauciones necesarias.
Condiciones de Peligro	
Superficie Deslizante  P-7-3	Se utilizará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía en el cual el material superficial está suelto o el pavimento es resbaladizo, especialmente en condiciones de humedad que el vehículo puede deslizarse peligrosamente. Se debe complementar con señal reglamentaria de Velocidad Máxima Permitida.
Zona de Derrumbe  P-7-11	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía en el cual es frecuente que los taludes estén generando derrumbes o caída de piedras sobre la vía.
Presencia de Peatones y Reductores de Velocidad	
Peatones en la Vía  P-9-1	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones caminan sobre la calzada o la cruzan. Se debe usar a 120 metros antes de llegar a un lugar transitado por peatones, que cruzan o se movilizan a lo largo de la carretera y en zonas donde únicamente la seguridad de los peatones lo justifique.
Cruce de Peatones  P-9-4	Se empleará para advertir al conductor que el lugar donde esté ubicada la señal es exclusivamente un cruce para peatones y que debe tomar precauciones. Se debe instalar a 75 metros como máximo, antes de las marcas horizontales de cruce de peatón, esta debe existir solamente si hay marcas horizontales de cruce de peatón.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 143: Detalle de ubicación de delineadores

Zona Escolar  E-1-1	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona de actividad escolar, debe complementarse con la señal de velocidad máxima o con la señal que indique la distancia al centro escolar.
Cruce de Escolares  E-1-3	Se empleará para indicar al conductor que existe un cruce especial destinado a los escolares.
Reductor de Velocidad	
Reductor de Velocidad  P-9-14	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una prominencia transversal en la superficie de la vía, que puede causar daños o desplazamientos peligrosos o incontrolables del vehículo. Se colocará a 25 m antes del reductor de velocidad tipo lomo en las zonas urbanas.
Presencia de Animales en la Vía o Equipos en la Vía	
Presencia de Semoviente en la Vía  P-10-2	Se empleará para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía. Su colocación no debe entenderse como una autorización para que el ganado sea movilizado caminando por las vías.
Presencia de Maquinaria Agrícola  P-10-5	Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía utilizado frecuentemente por maquinaria agrícola. Su colocación no debe entenderse como una autorización para el tránsito de esta clase de vehículos, sino como una advertencia de posible riesgo.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 144: Detalle de ubicación de delineadores

Delineadores			
		P-12-3* Debe colocarse para proteger las pendientes de los puentes y cajas puentes con peligro de precipitarse, las franjas deben tener un ancho de 10 cm. P-1-9 Tipo chevron se debe instalar en curvas cerradas con radios iguales o menores de 200 m.	
P-12-3*	P-1-9		
Señales de Prevención para la Ejecución de Trabajos en las Vías			
			
PP-1-1	PP-1-7	PP-3-1b	
			
PP-4-2	PP-5-4	PP-7-14	PP-11-15
			
PP-13-6	PP-13-4	PP-14-2	PP-14-6
			
IP-2-2	IP-4-4	PP-13-8	
Estas señales indican: cambios en el alineamiento horizontal, proximidad a dispositivos de control, tránsito convergente, pasos angostos y advertencias por trabajos en la carretera.			

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

B) Señales reglamentarias

Características

Son señales con forma rectangular de color blanco de fondo, círculo color rojo, los símbolos, orla y letras son de color negro, con excepción de la señal de ALTO que tiene color de fondo rojo y orla y letra de color blanco y forma octogonal.

□ Las señales de reglamentación se clasifican en los siguientes grupos:

Derechos y prioridad de paso (R-1-1 a R-1-8)

Límites de velocidad (R-2-1 a R-2-12)

Restricción de giros y maniobras (R-3-1 a R-3-19)

Serie para intersecciones con semáforos (R-4-1 a R-4-8)

Serie para carriles reversibles (R-5-1 a R-5-9)

Dirección de circulación (R-6-1 a R-6-9)

Exclusión de flujos (R-7-1 a R-7-23)

La siguiente **Tabla 145:** presenta las características de las señales reglamentarias principales.

Tabla 145: Señales reglamentarias

ALTO  R-1-1	Notifica al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente, especialmente en la intersección con una vía de mayor jerarquía, en el cruce a nivel de una calle o carretera con un ferrocarril, en la intersección de una calle con una carretera, en la intersección de dos vías, en la cual la prelación de paso no está definida, en los retenes de tránsito, policía, aduana y en las estaciones de peaje y de pesaje.
CEDA EL PASO  R-1-2	Esta señal se emplea para notificar al conductor la prelación de la vía en la cual se va a incorporar. Deberá colocarse en todo lugar en donde se requiera disminuir la velocidad o detener el vehículo, para ceder el paso a los que circulan por la vía prioritaria e ingresar a ésta sólo cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 146: Señales reglamentarias

Límites de Velocidad R-2-1 y R-2-6	Se deben emplear para notificar la velocidad máxima y mínima a la que se puede circular. La limitación de velocidad debe de ser razonable y no innecesariamente restrictiva, pues los límites excesivos perjudican la credibilidad de la señalización. Su utilización deberá estar soportada en un estudio de velocidad de operación. Las señales de LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDADES con el código R-2-1 se consideran 80 kph para los tramos donde el desplazamiento es posible, ubicadas al inicio de las líneas discontinuas centrales, 60 kph para aproximaciones de empalmes y zonas pobladas, 45 kph en las zonas urbanas y 25 kph para zonas escolares.
PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA R-3-3b	PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA R-3-4b
Se emplean para notificar al conductor que no puede girar a la izquierda o a la derecha	
Camiones Carril Derecho R-7-6a	Se empleará para notificar a los conductores de vehículos pesados y buses que deben circular por el carril derecho, con el objeto de dejar libres los carriles restantes para el tránsito de vehículos ligeros. Se usará exclusivamente en tramos de vías con dos o más carriles por sentido de circulación, incluyendo los carriles especiales de ascenso. Esta señal deberá ubicarse en el costado izquierdo de la calzada.
R-13-1	Se debe colocar en lugar donde inicia la línea continua central.
R-10-1	Indica el lugar reservado para parada de autobuses, así mismo permite retirar los vehículos particulares que se estacionan en las bahías de buses.

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

C) Señales de identificación

Características de las Señales Informativas

Son señales de forma rectangular, el color de fondo, orla, símbolos y letras es variable según su clasificación. Este tipo de señales no pierde eficacia por el uso frecuente, al contrario de lo que sucede con las de prevención y reglamentación. Se clasifican en los siguientes grupos

- ☐ Señales de información de identificación (II)
- ☐ Señales de información de destino (ID)
- ☐ Señales de información de servicios y turísticas (IS)
- ☐ Señales de información de áreas silvestres, recreativas y parques nacionales (IR)
- ☐ Señales de información de defensa civil y emergencias (IE)
- ☐ Señales de información general (IG)

Tabla 147: Señales de información de identificación

Señales de Información de Identificación	
Identificación de rutas  II-1-1a	Sirven para identificar el código numérico de carreteras y calles, llevan impreso el número que ha sido asignado a cada vía.
Placas Auxiliares  II-2-1	
Señales para indicar la dirección de rutas, carreteras y localidades	
 II-2-10	 II-5-2

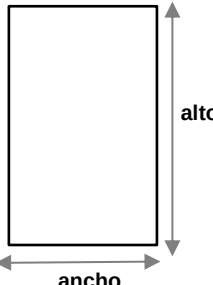
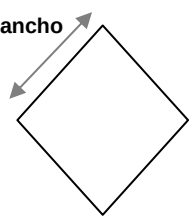
Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 148: Señales de información de identificación

Tabla 2-10. Señales de información de identificación				
Serie de Información y Destino, Vías Rápidas				
 ID-2-1		Se instalan para informar sobre los destinos y distancias próximas antes de cruzar los empalmes.		
 ID-3-2				
Señales de información de servicios y turísticas				
 IS-1-4	 IS-1-7	 IS-2-1	 IS-2-10	
 IS-4-2	 IS-4-6	 IS-4-13	 IS-5-1	
Artesanías y Sitios de Interés Cultural				

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Tabla 149: Dimensiones de los tableros

	Forma	Señales de reglamentación			Señales de prevención		
				Figura	Lado A (cm)	Lado A (cm)	Figura
Mínimo	Rectángulo	46	71				
	Rombo				61	61	
Estándar	Rectángulo	61	91				
	rombo				76	76	
Especial	Rectángulo	91	140				
	rombo				91	91	

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA, 2014.

Tabla 150: Dimensiones de los postes

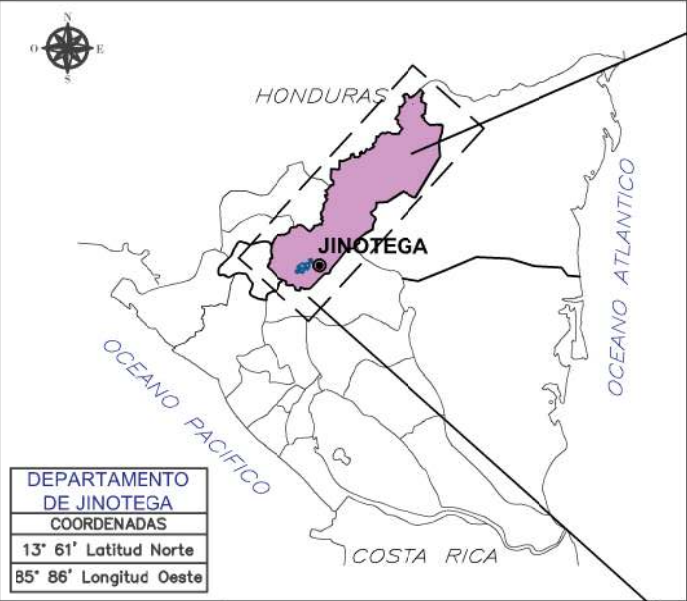
Tipo de Señal	Dimensiones internas en soportes y tableros, según figura											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Preventivas	280.0	5.0	26.5	26.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0
Reglamentarias	280.0	5.0	26.5	26.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0
Informativas	270	5.0	26.5	21.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

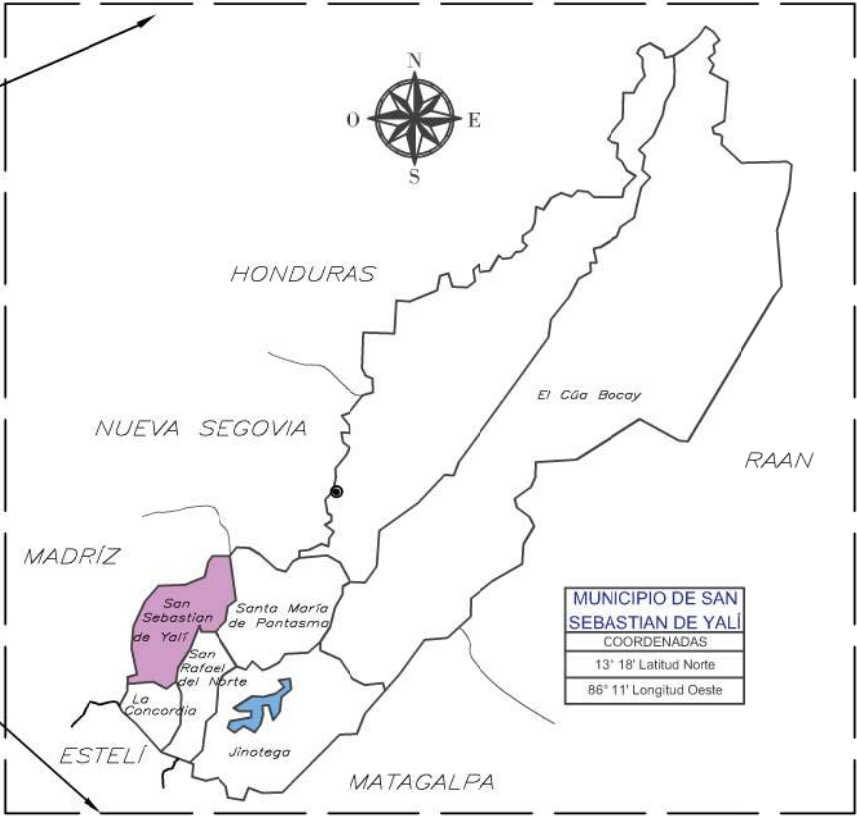
Imagen-38: Señales horizontales



Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA, 2014.

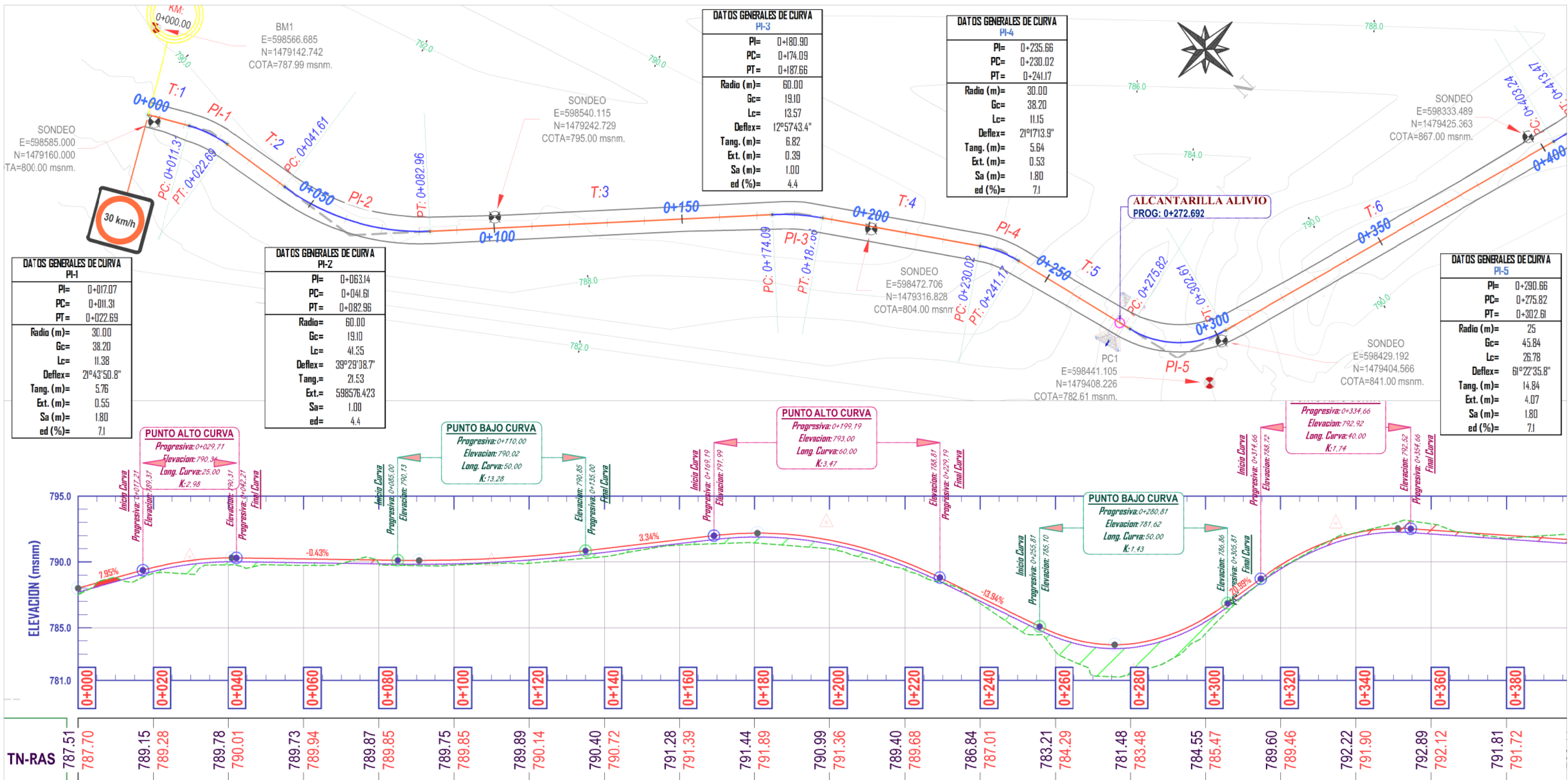


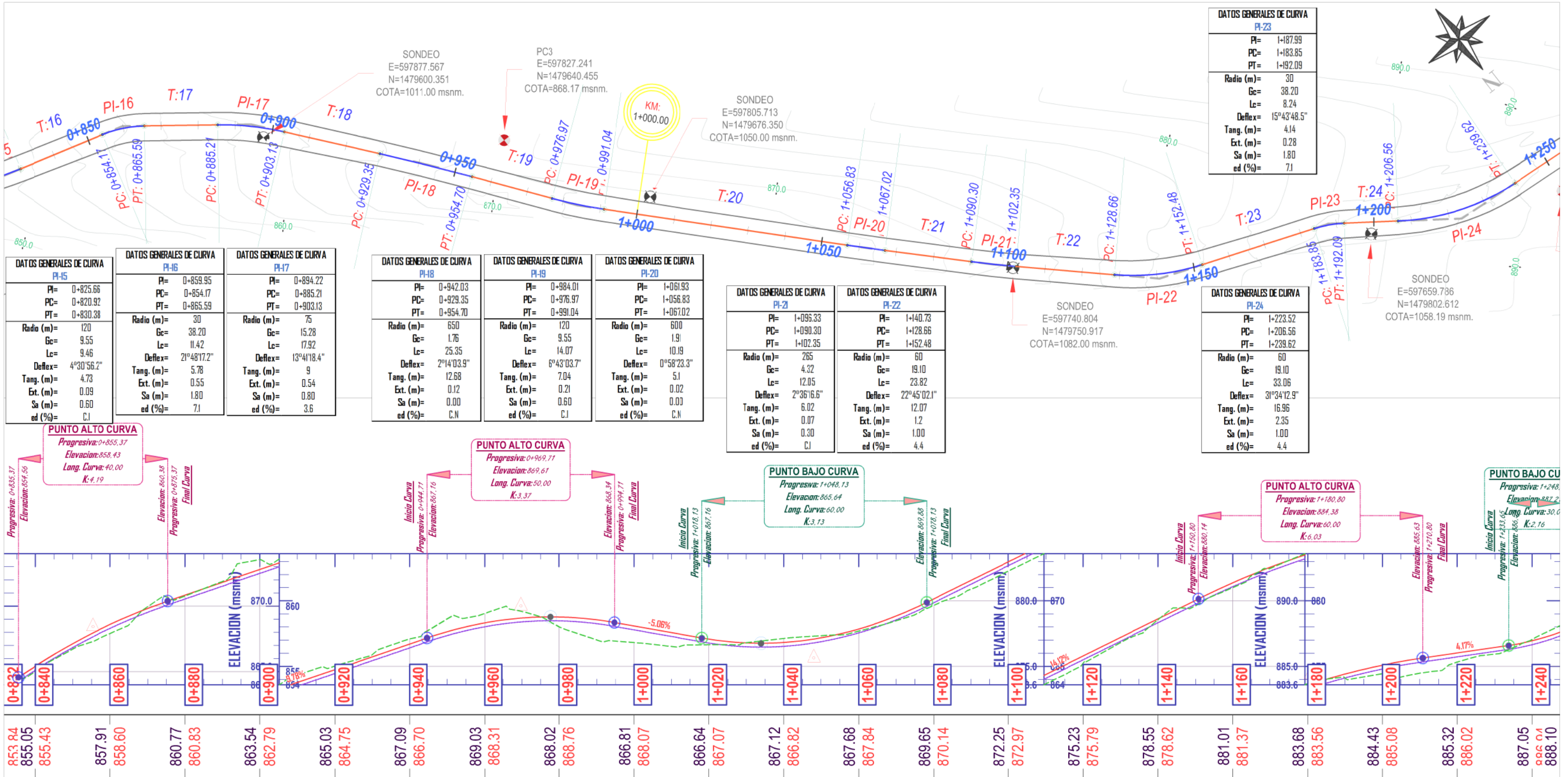
MACRO - LOCALIZACIÓN
Sin Escala

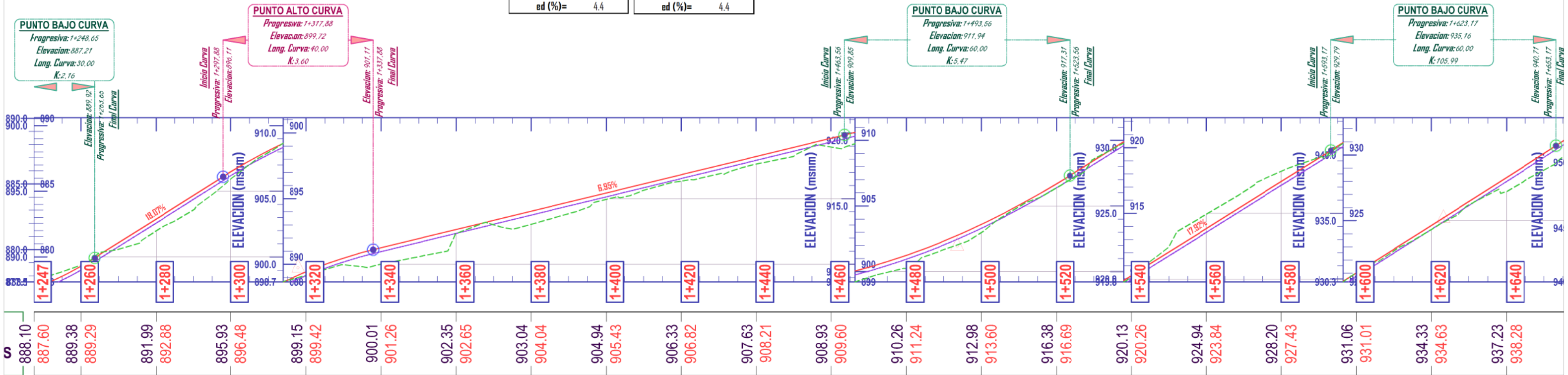
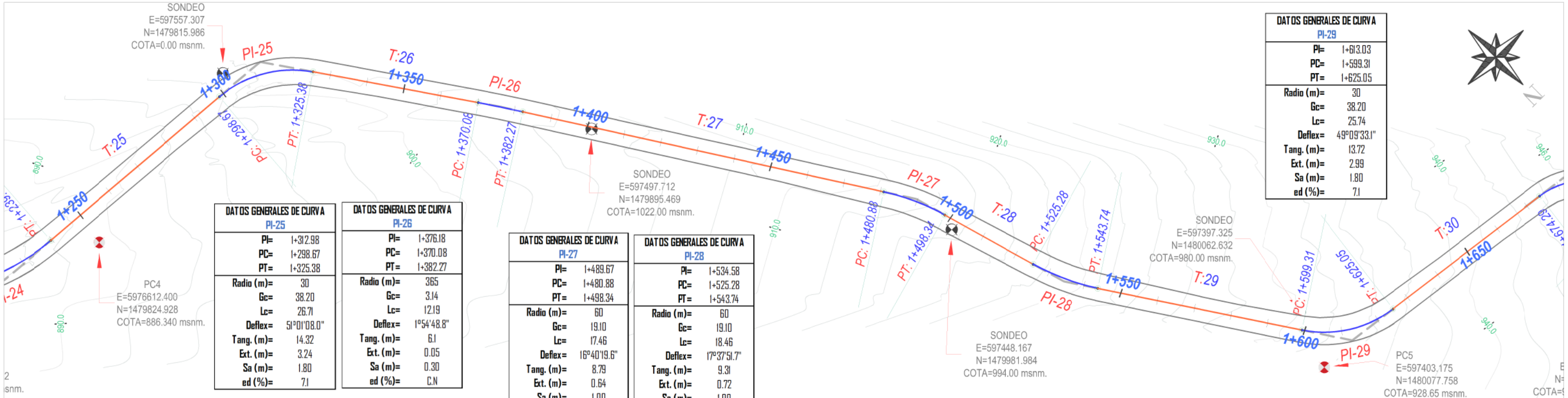


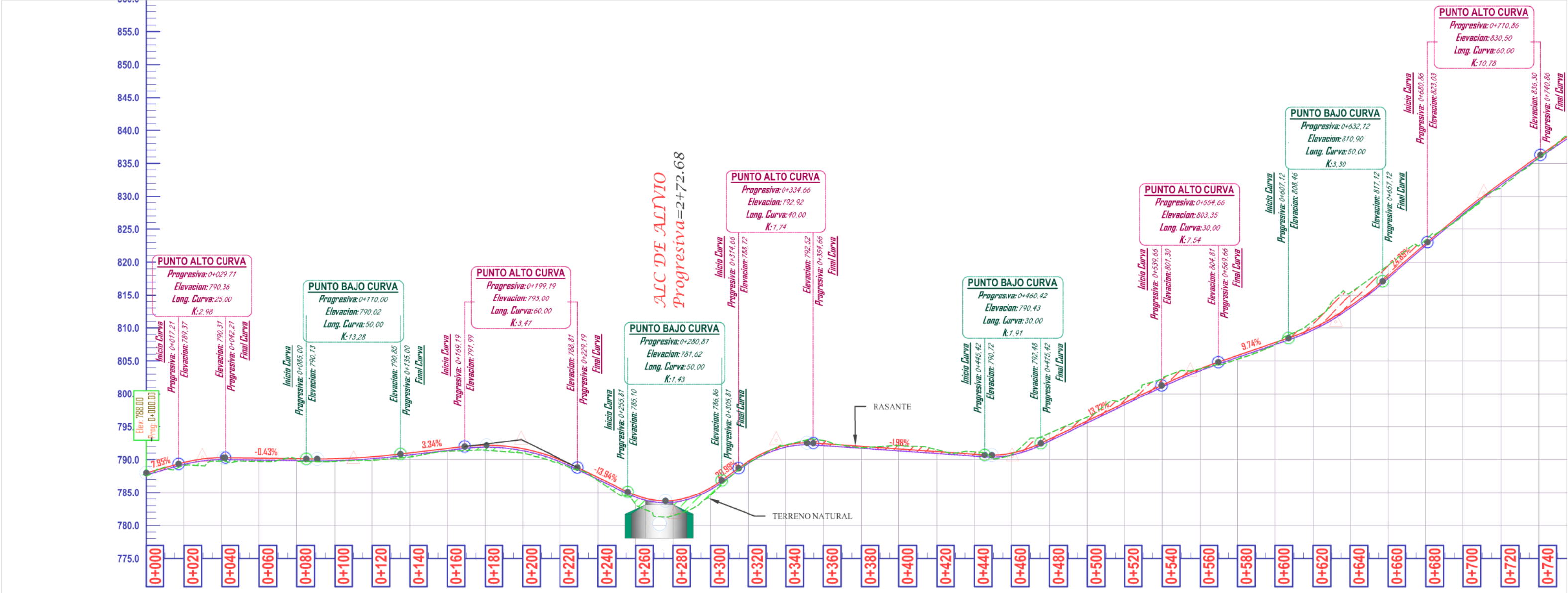
MICRO - LOCALIZACIÓN
Sin Escala

CONT.	CONTENIDO	No. DE LAMINA
I	Presentación. Portada y contenido.	1
II	Ubicación del proyecto. Macro-Microlocalización. Micro-Microlocalización.	1 1
III	Planta perfiles Plano planta perfil 0+000 - 0+400 Plano planta perfil 0+400 - 0+800 Plano planta perfil 0+800 - 1+240 Plano planta perfil 1+240 - 1+640 Plano planta perfil 1+660- 2+000	2 3 4 5 6
III	Perfiles Perfil longitudinal 0+000 - 0+740 Perfil longitudinal 0+760 - 1+460 Plano planta perfil 1+460 - 2+000	7 8 9
IV	Secciones transversales Planos de secciones transversales 0+000- 0+160 Planos de secciones transversales 0+180- 0+340 Planos de secciones transversales 0+360 0+520 Planos de secciones transversales 0+540 0+720 Planos de secciones transversales 0+740 0+900 Planos de secciones transversales 0+920- 1+080 Planos de secciones transversales 1+100- 1+260 Planos de secciones transversales 1+280- 1+460 Planos de secciones transversales 1+480- 1+640 Planos de secciones transversales 1+660- 1+820 Planos de secciones transversales 1+840- 2+000	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
IV	Señalización Vial. Señalización Vial 0+000- 0+800 Señalización Vial 0+800- 1+640 Señalización Vial 1+640- 2+000	21 22 23
VII	DETALLES DE SEÑALIZACION HORIZONTAL. Detalle de línea de pavimento Detalle de paso peatonal	23 23
VIII	DETALLES DE SEÑALIZACION VERTICAL. Detalles de Señales de Prevencion Detalles de Señales de Identificacion Detalles de Señales de Reglamentacion	24 24 24

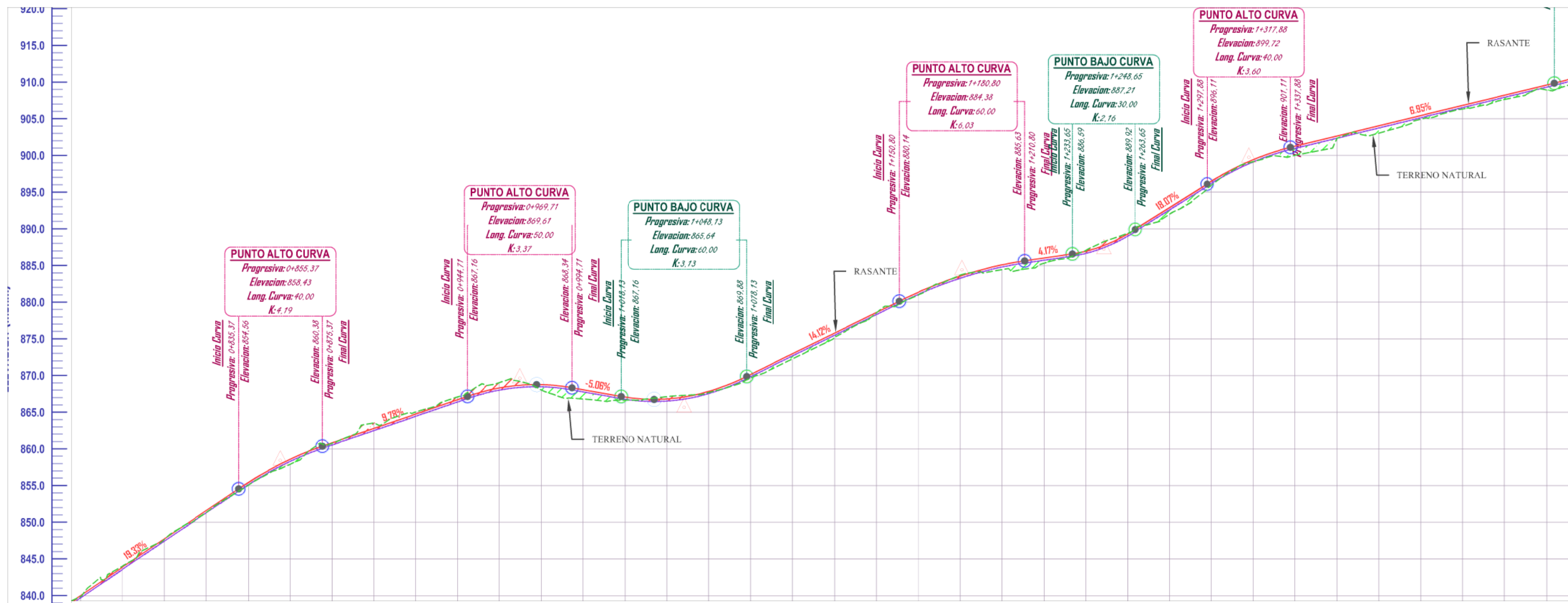




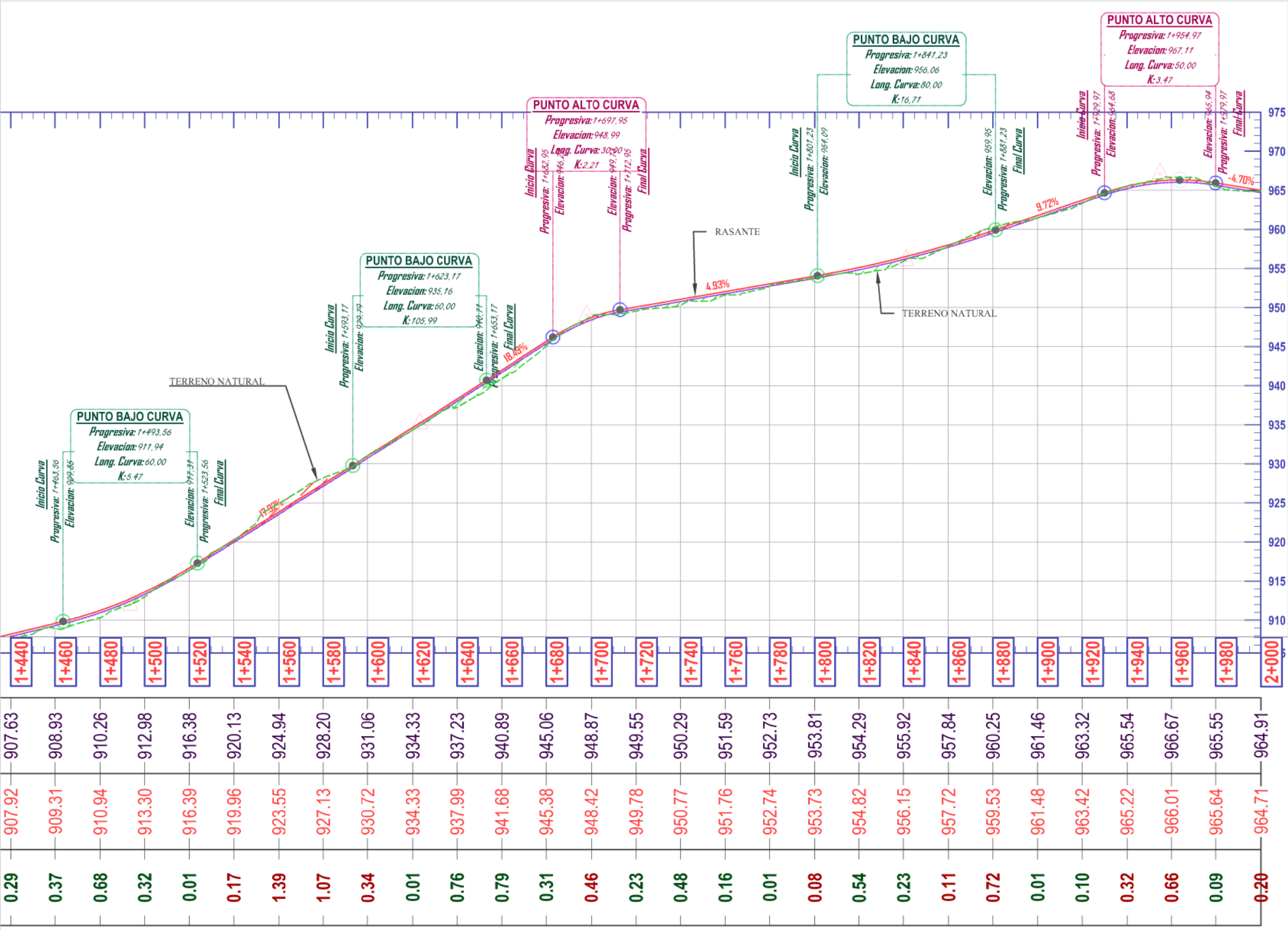




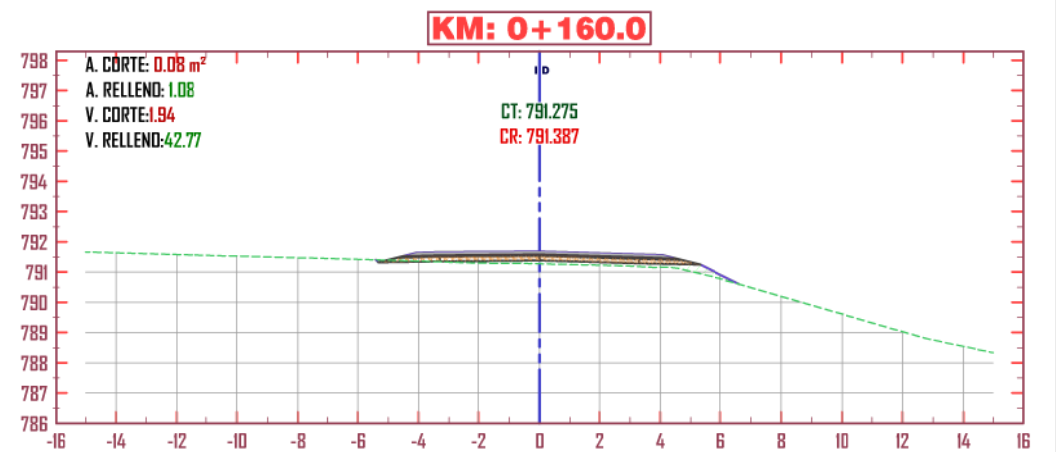
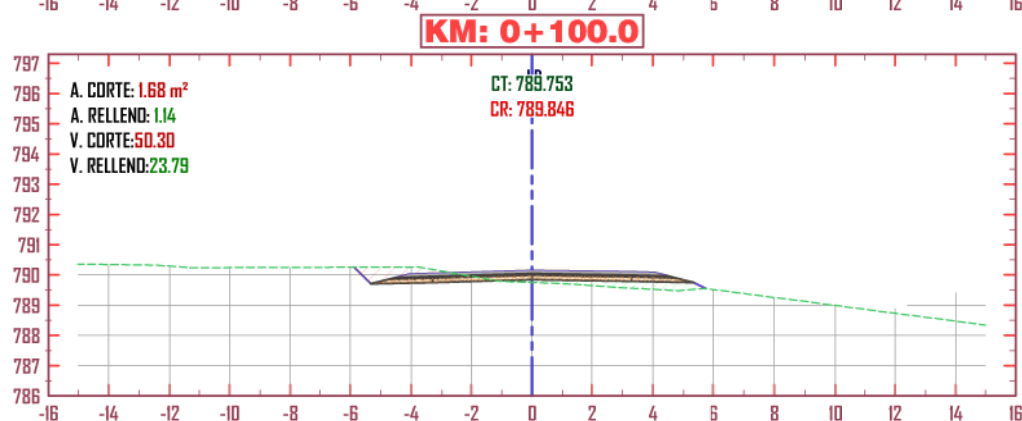
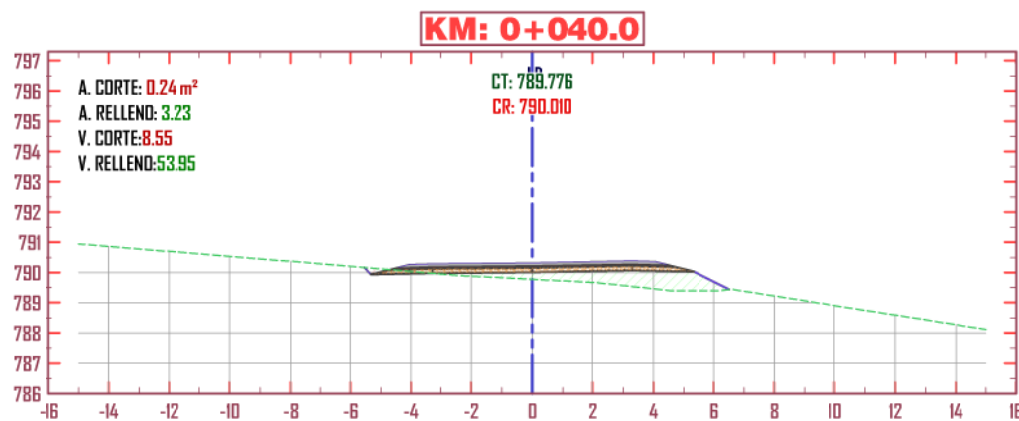
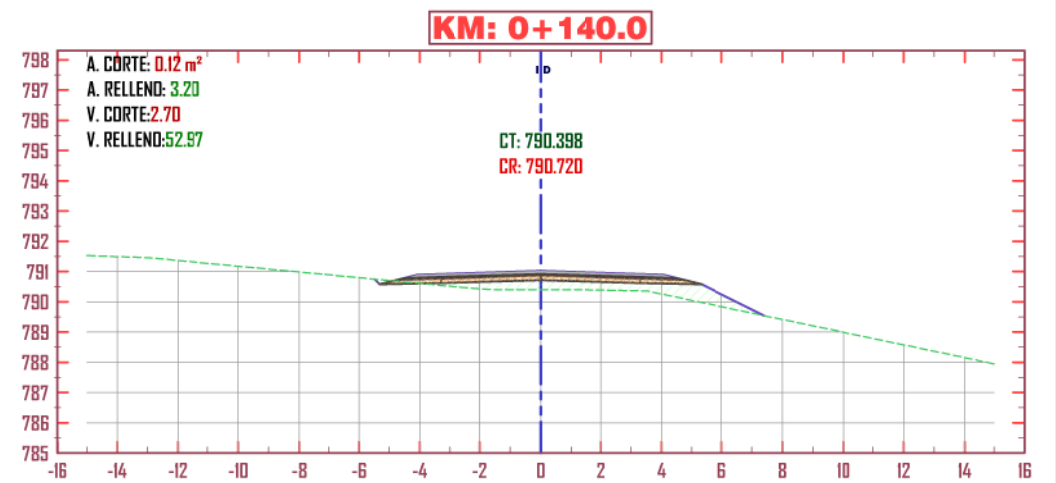
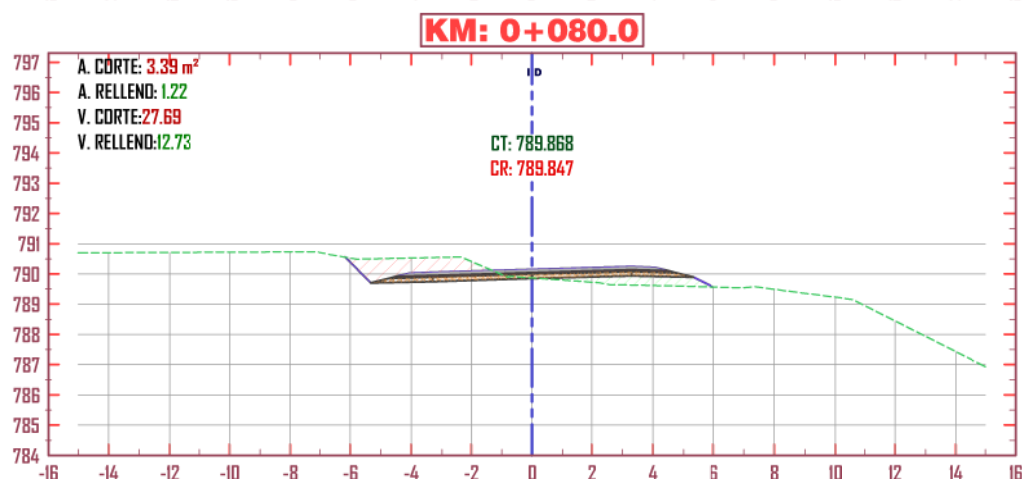
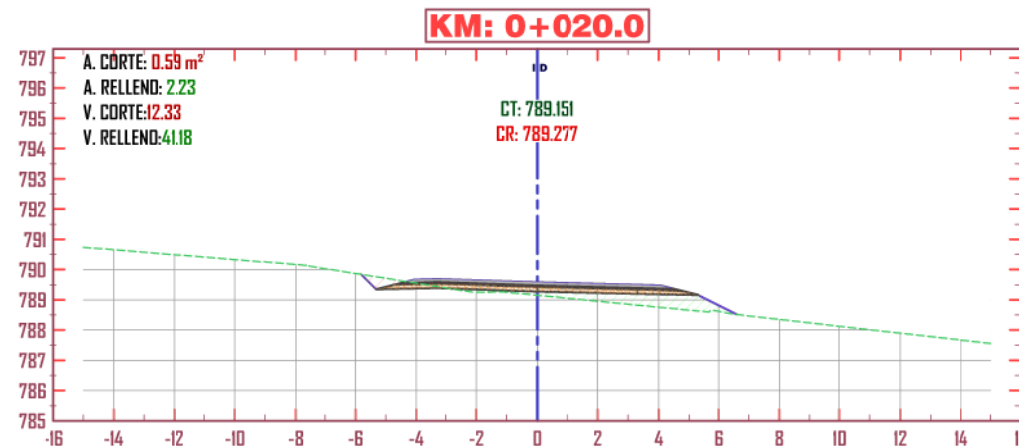
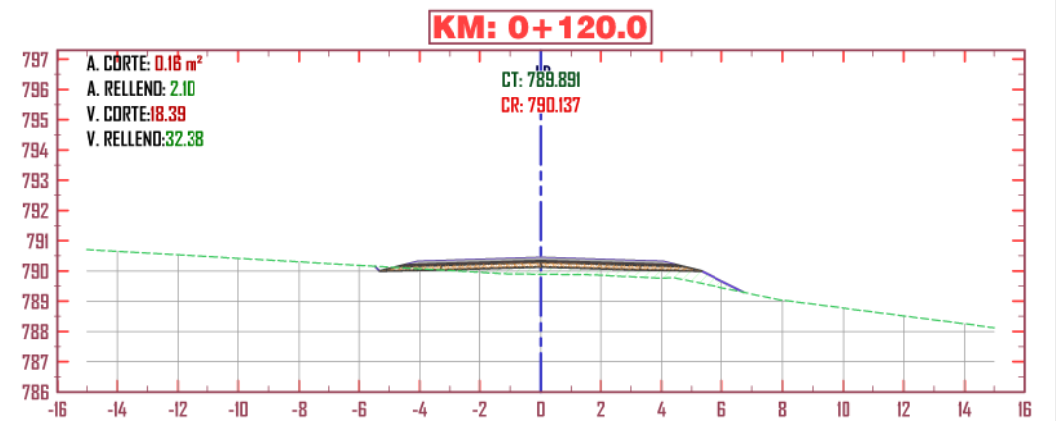
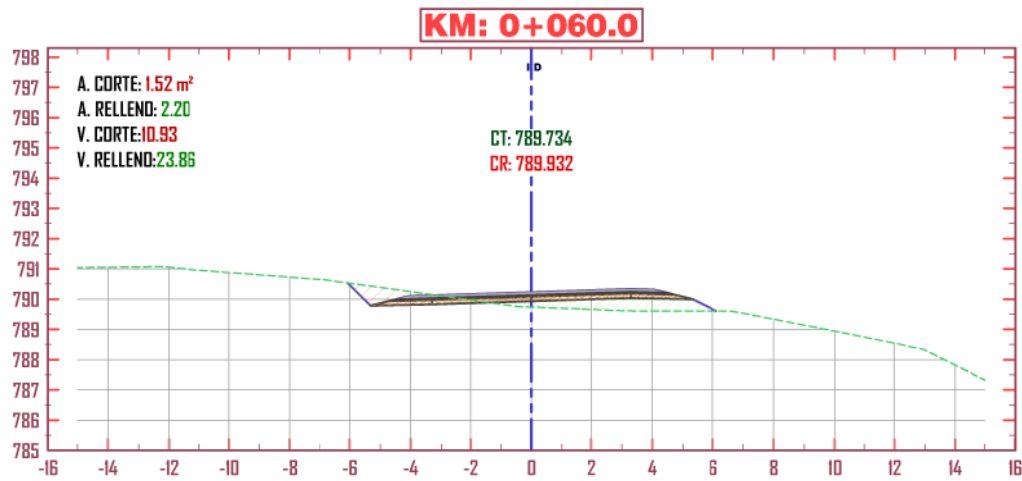
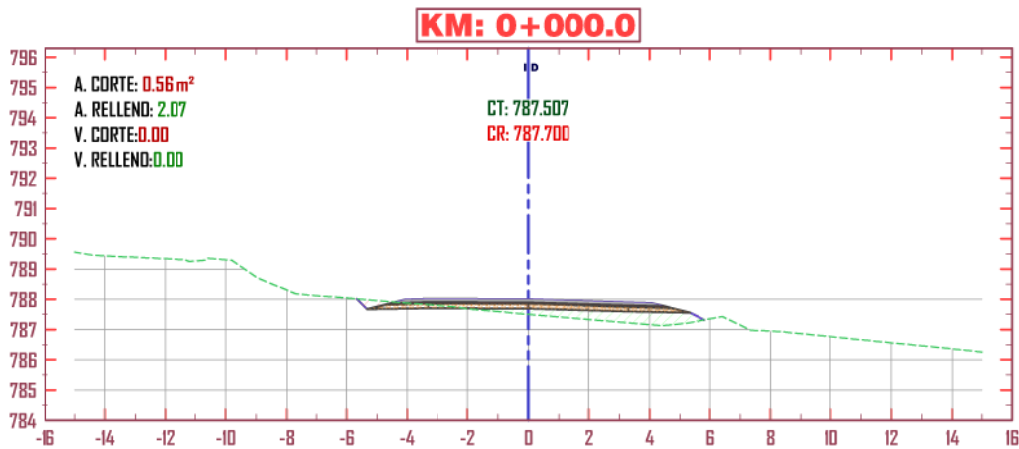
COTA TERRENO		787.51	789.15	789.78	789.73	789.87	789.75	789.89	790.40	791.28	791.44	790.99	789.40	786.84	783.21	781.48	784.55	789.60	792.22	792.89	791.81	792.11	791.50	791.18	790.78	794.01	796.44	799.39	802.32	803.82	805.25	807.45	809.67	813.01	817.54	823.41	827.08	831.38	835.80
COTA SUBRASANTE		787.70	789.28	790.01	789.94	789.85	789.85	790.14	790.72	791.39	791.89	791.36	789.68	787.01	784.29	783.48	785.47	789.46	791.90	792.12	791.72	791.33	790.93	790.54	790.70	792.82	795.56	798.30	801.05	803.52	805.53	807.47	809.67	813.01	817.54	822.52	827.33	831.77	835.83
ALT.	CORTE RELLENO	0.20	0.13	0.24	0.20	0.02	0.10	0.25	0.33	0.12	0.45	0.37	0.28	0.17	1.07	2.00	0.92	0.13	0.33	0.77	0.08	0.78	0.57	0.65	0.08	1.19	0.88	1.09	1.27	0.30	0.28	0.02	1.37	2.37	1.99	0.89	0.25	0.39	0.04

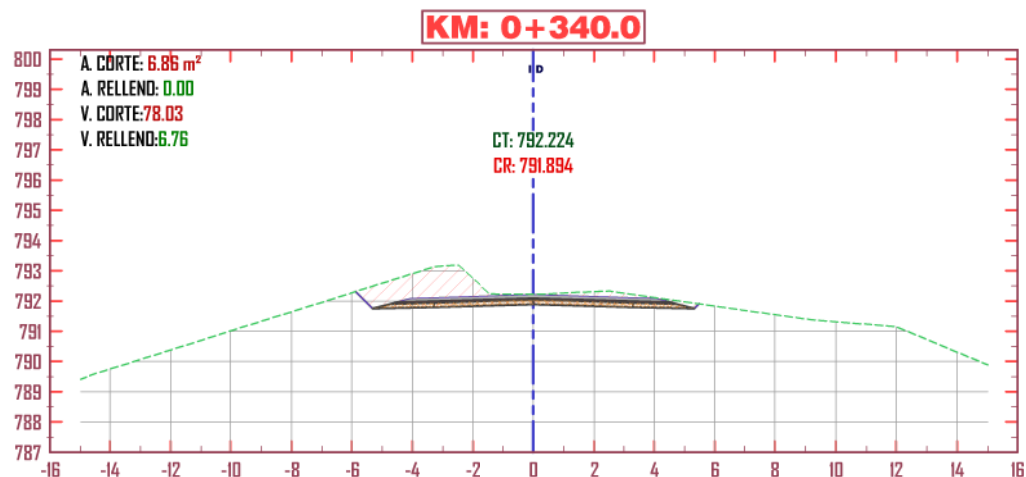
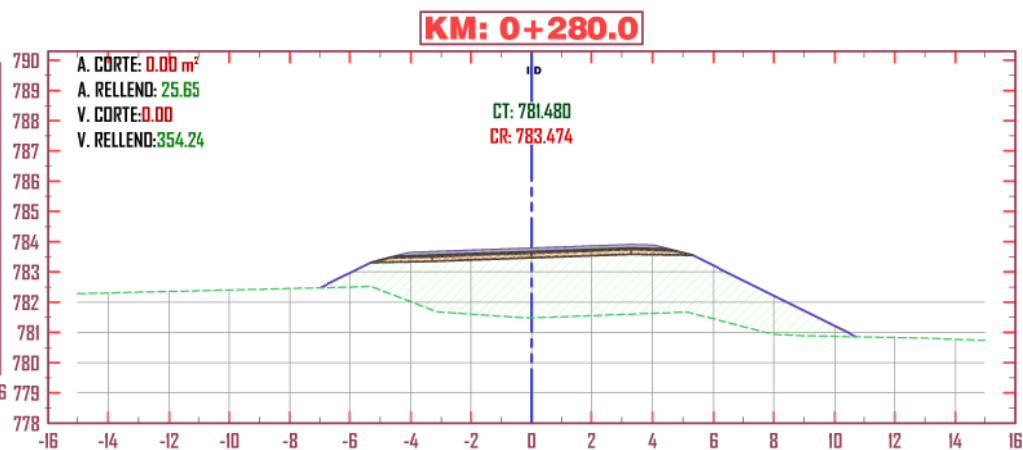
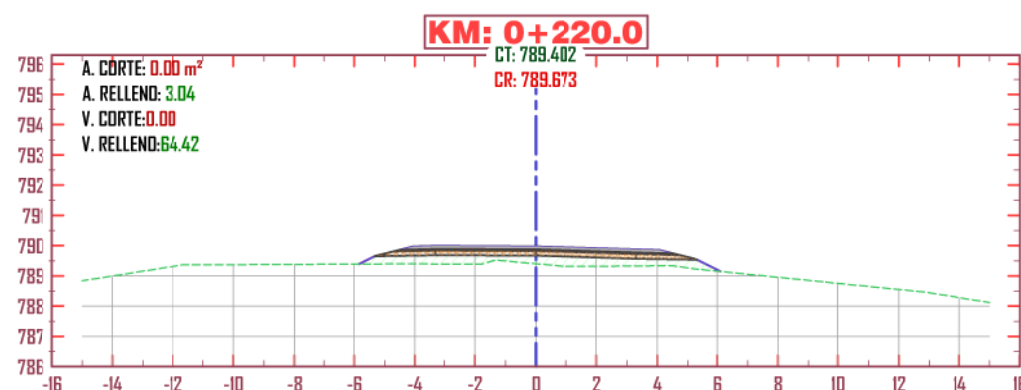
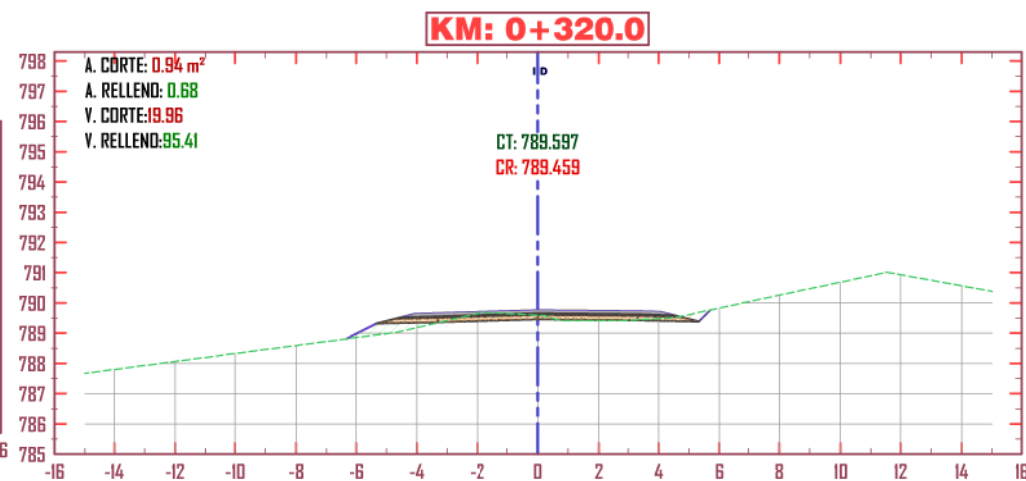
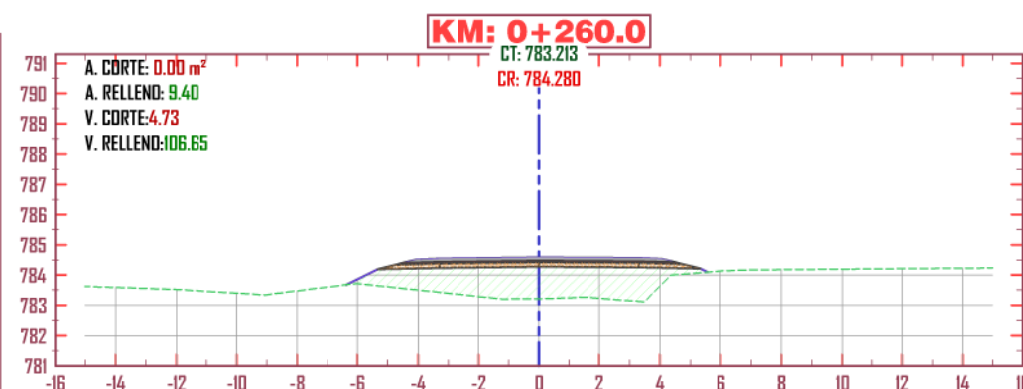
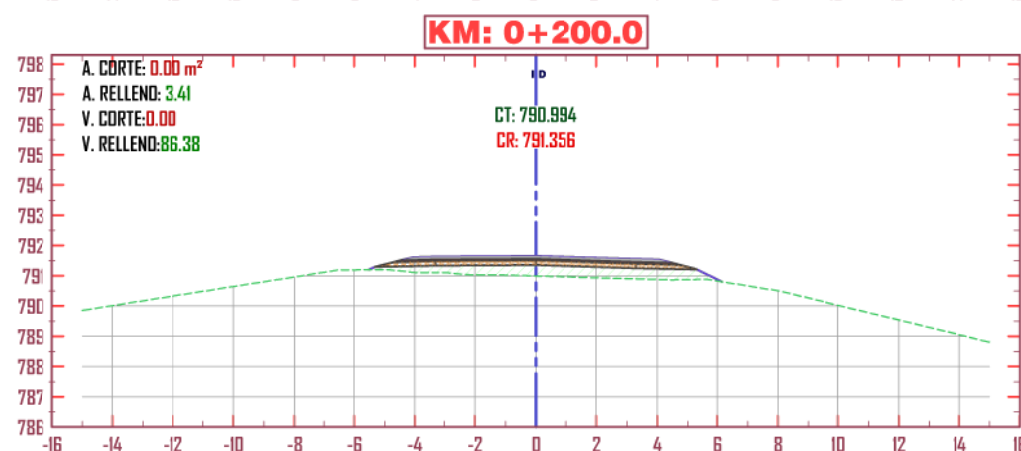
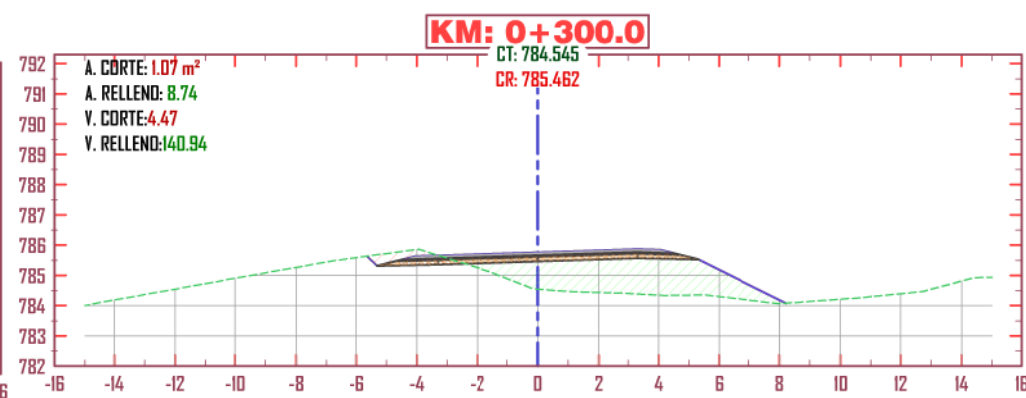
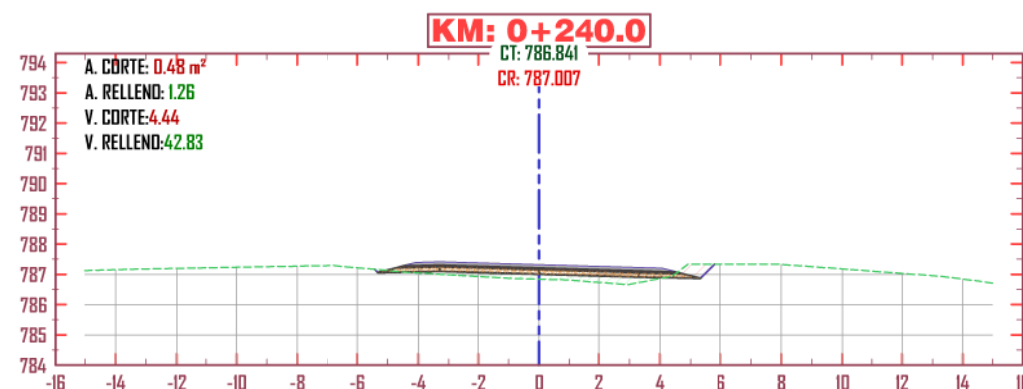
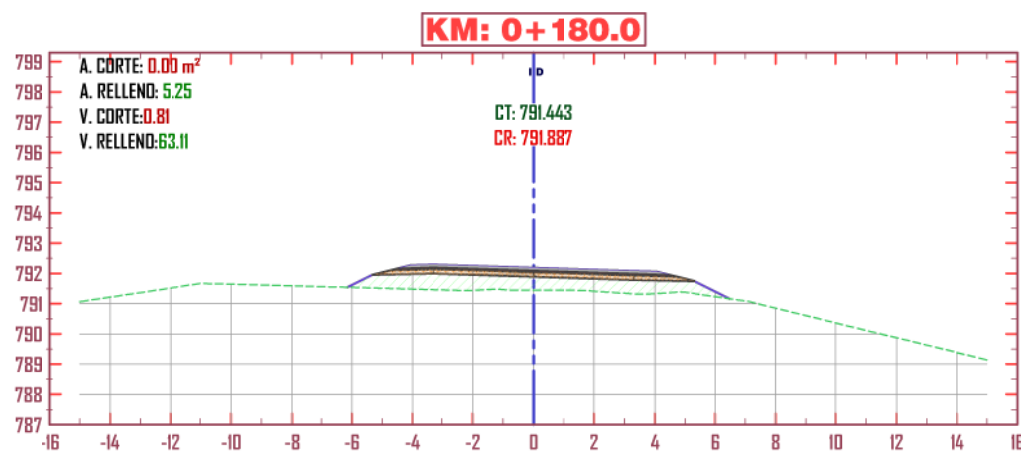


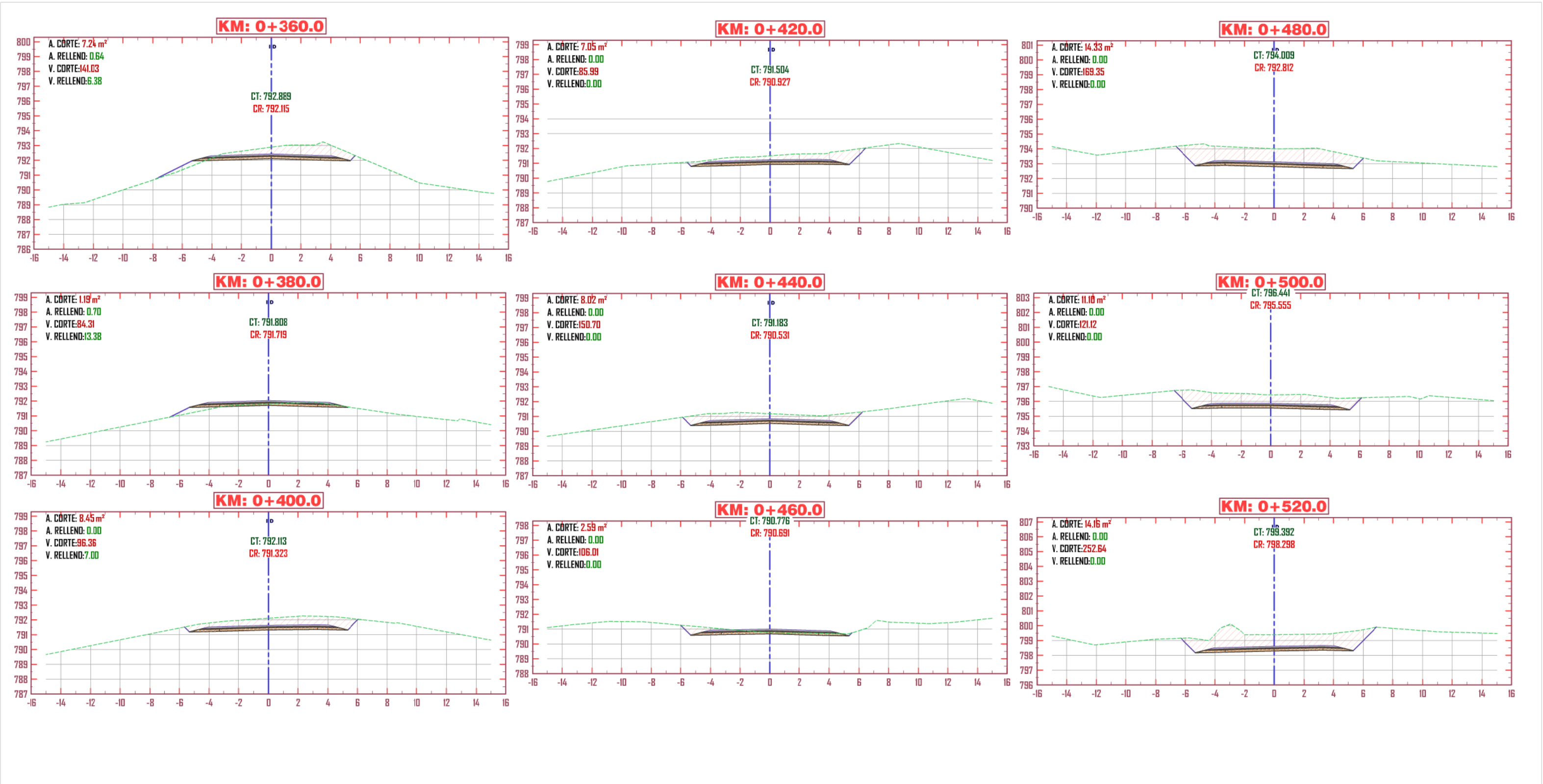
COTA TERRENO		0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460
COTA SUBRASANTE		839.70	843.56	847.43	851.30	855.14	858.30	860.54	862.49	864.45	866.41	868.01	868.02	866.81	866.64	867.12	867.68	869.65	872.25	875.23	878.55	881.01	883.68	884.43	885.32	887.05	889.38	891.99	895.93	899.15	900.01	902.35	903.04	904.94	906.33	907.63	908.93
ALT.	CORTE RELLENO	0.19	0.45	0.25	0.04	0.08	0.39	0.23	1.05	0.58	0.69	1.02	0.45	0.97	0.13	0.60	0.13	0.19	0.42	0.27	0.23	0.07	0.42	0.36	0.40	0.40	0.38	0.60	0.26	0.02	0.95	0.01	0.70	0.19	0.20	0.29	0.37

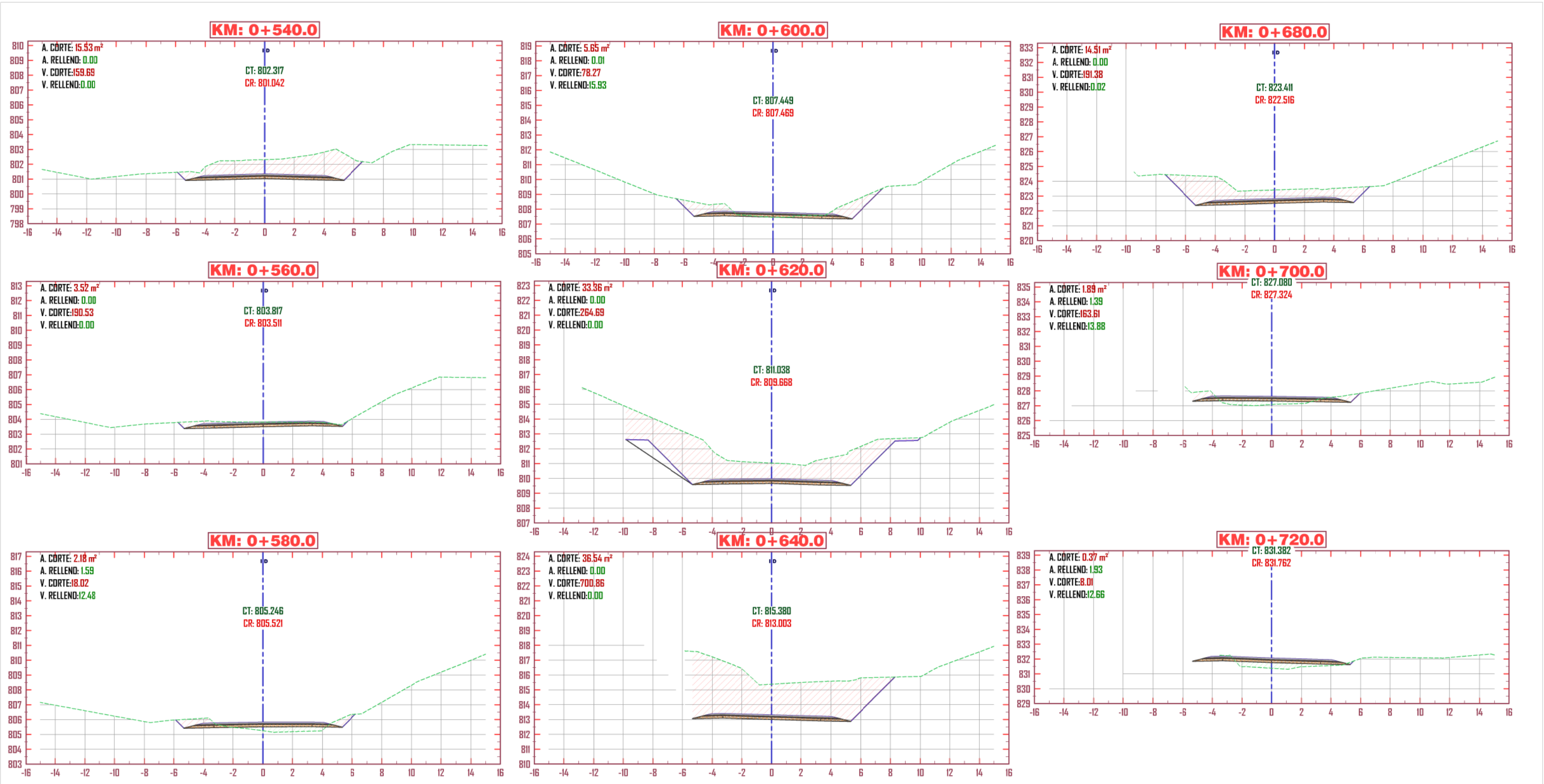


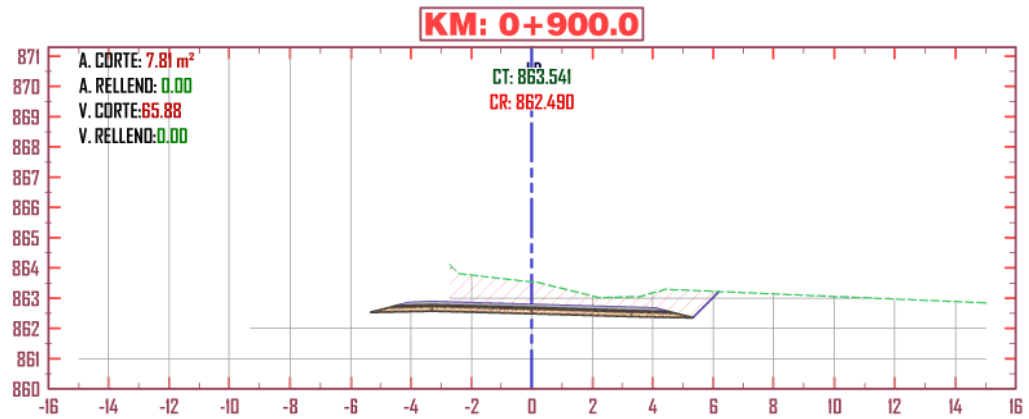
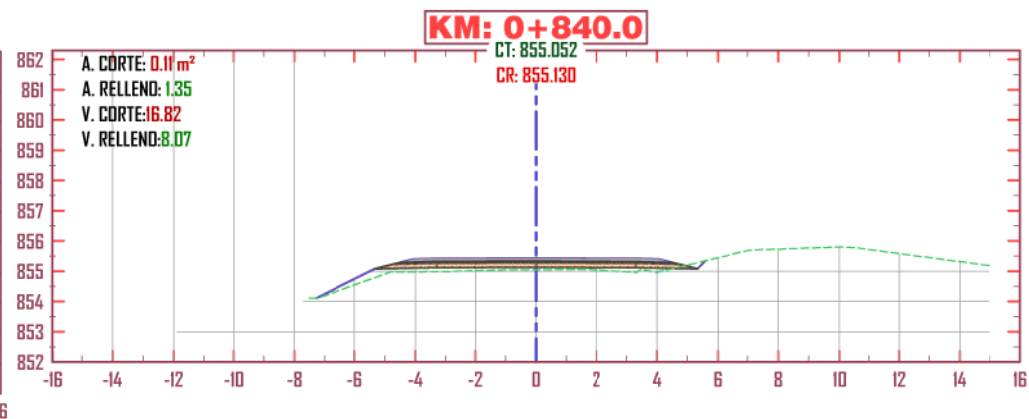
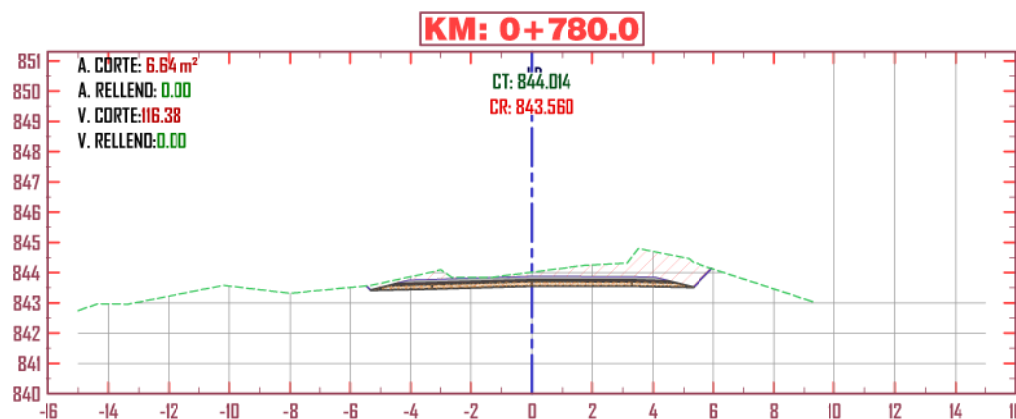
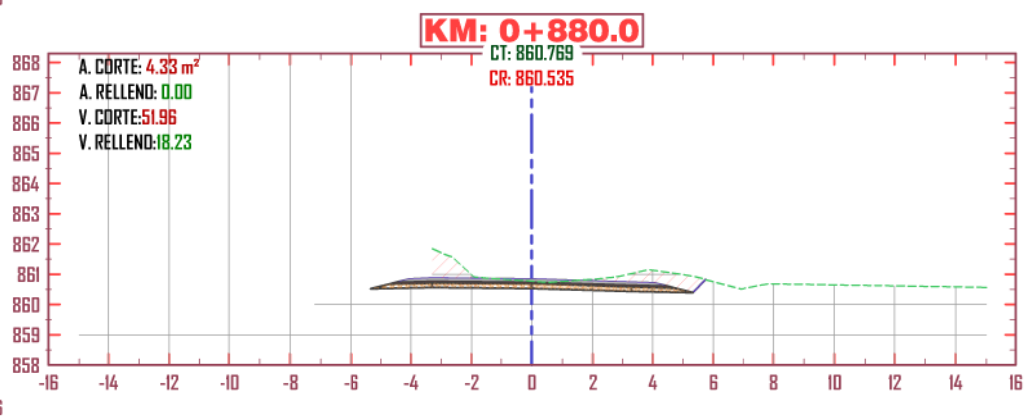
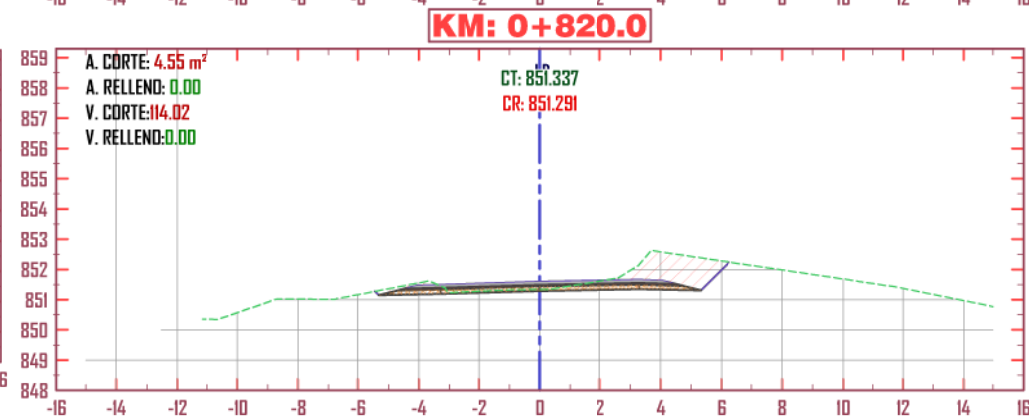
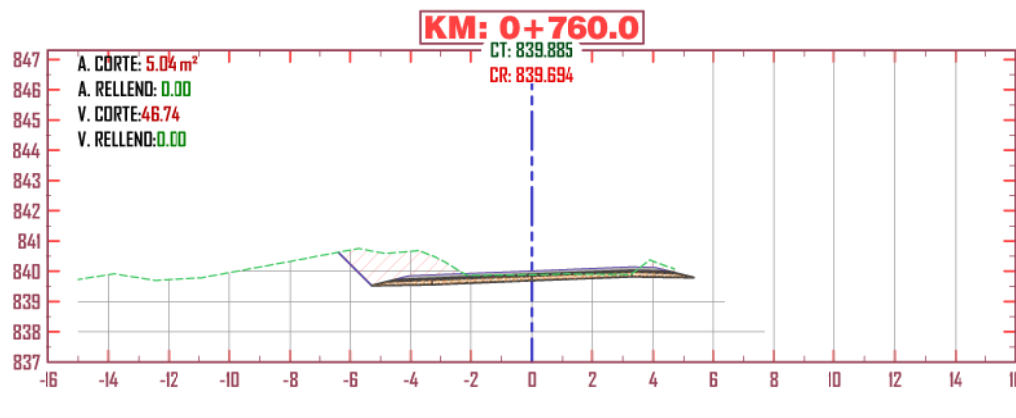
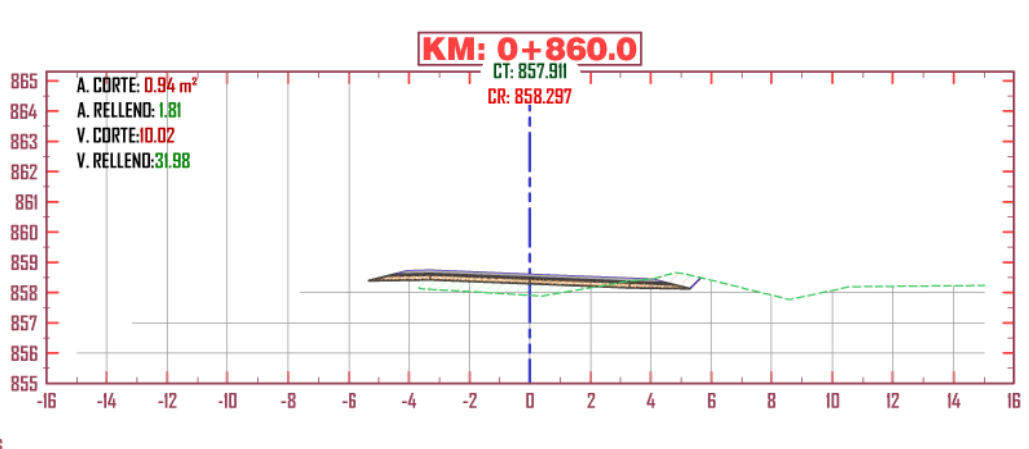
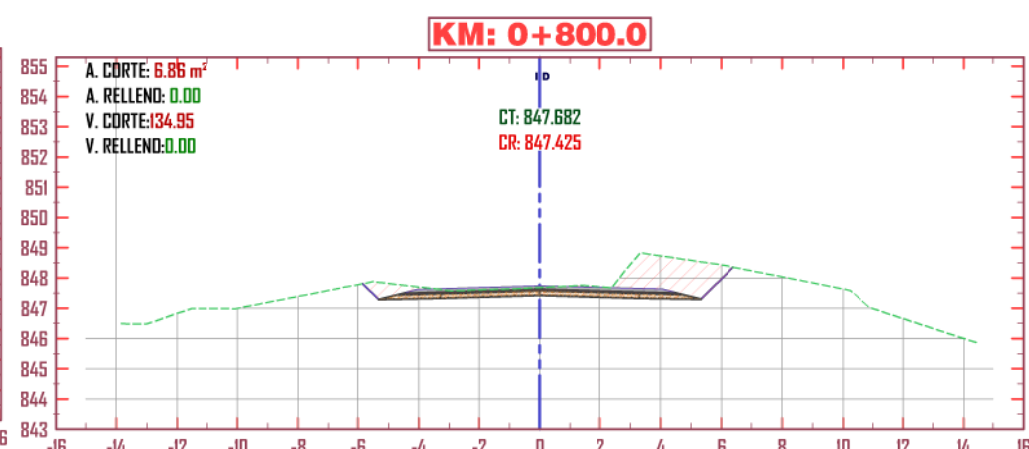
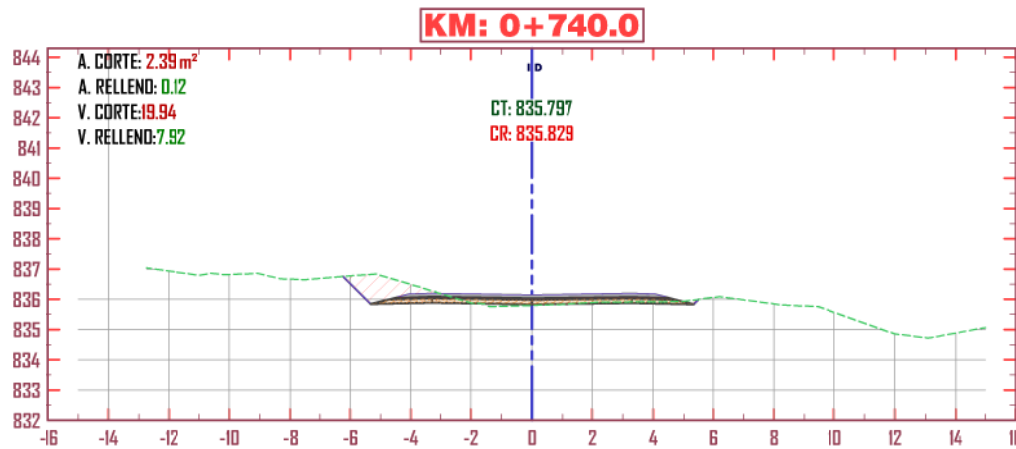
COTA TERRENO	
ALT.	CORTE
	RELLENO

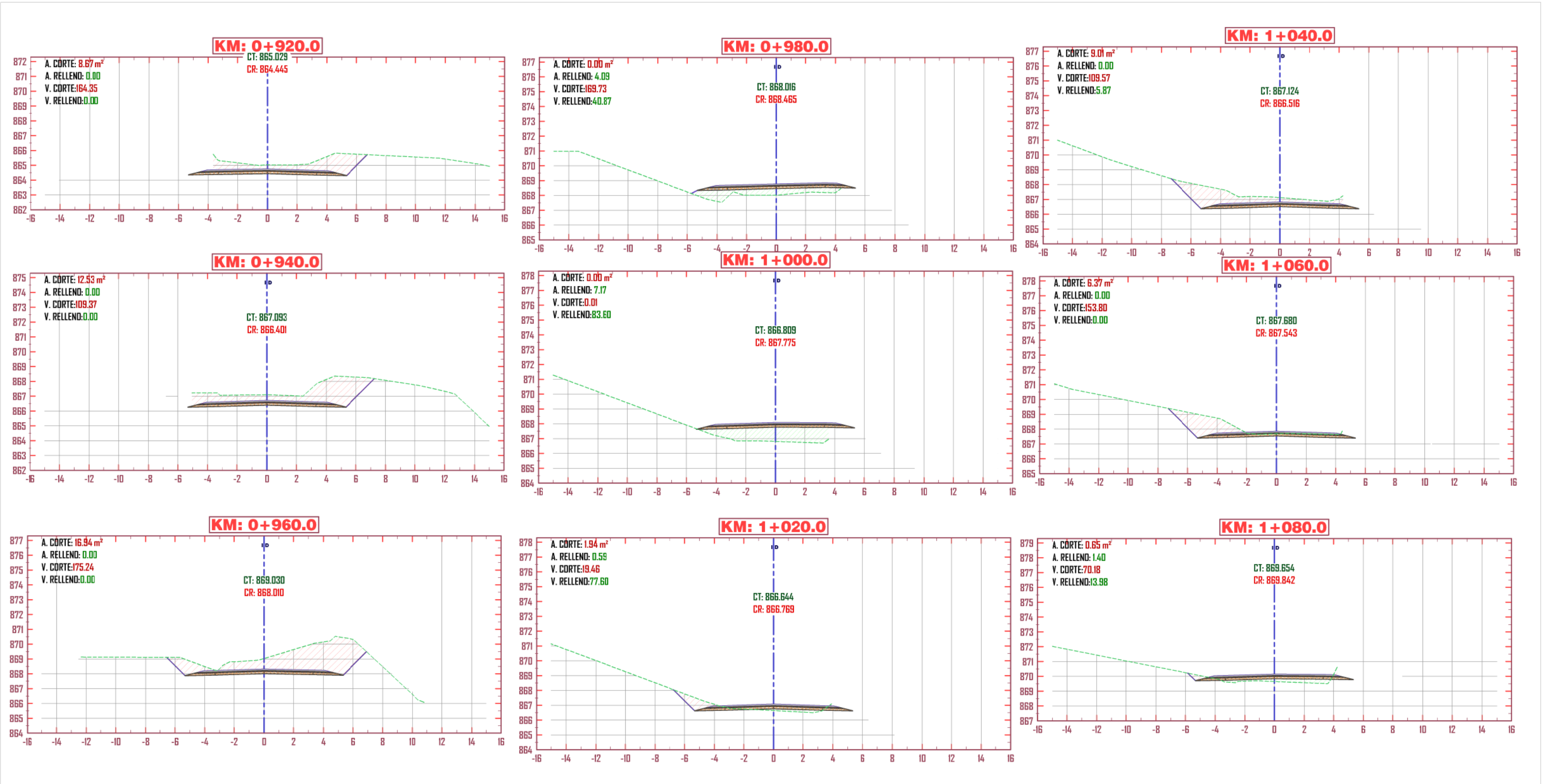


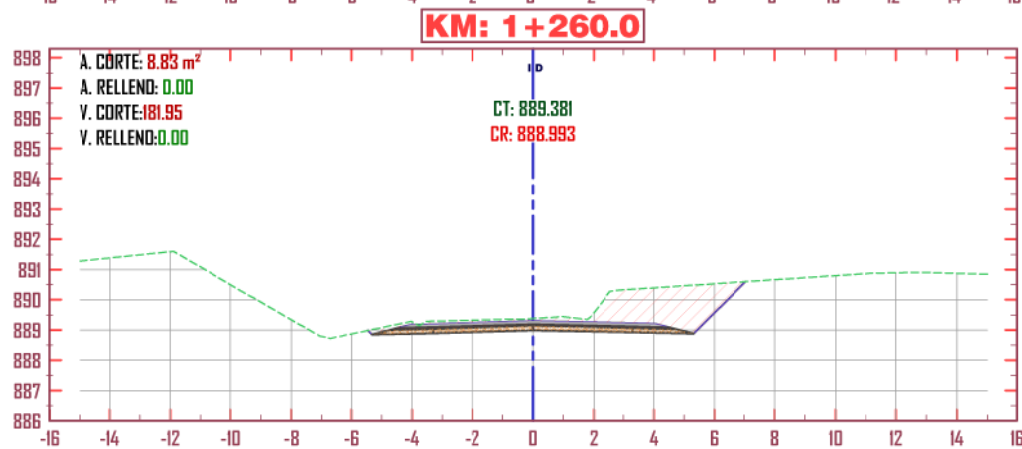
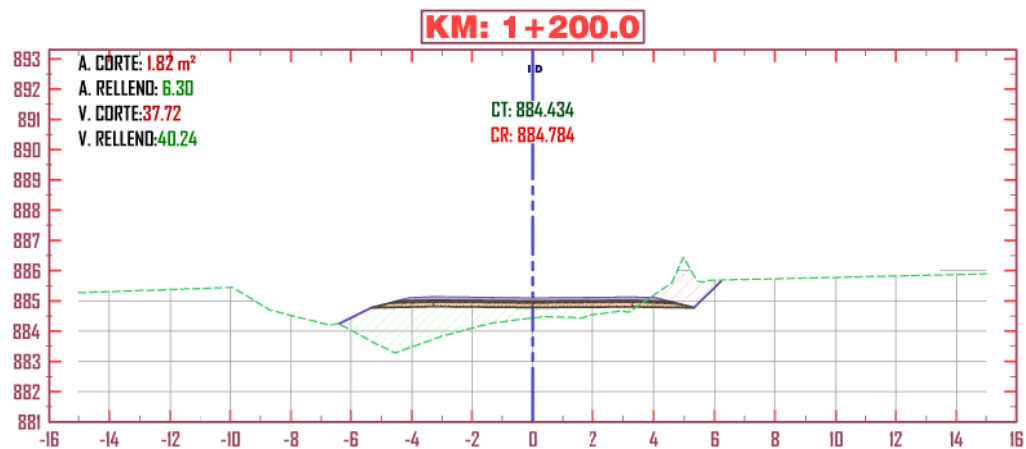
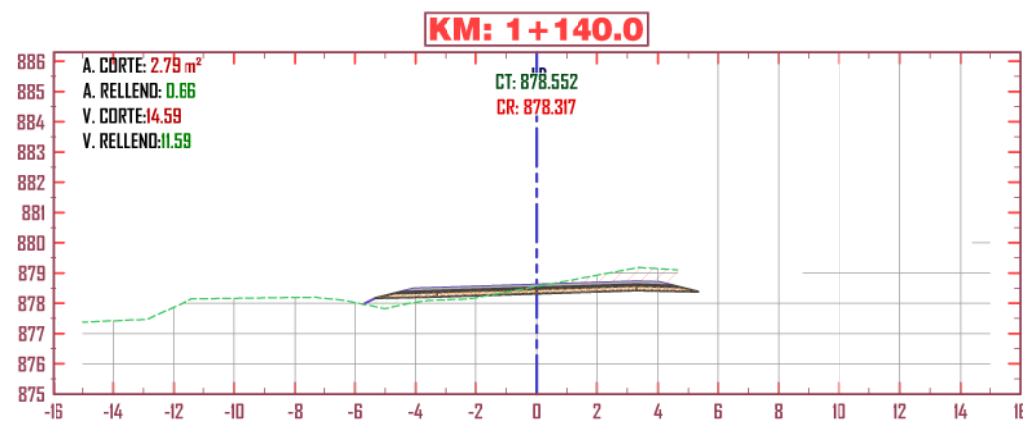
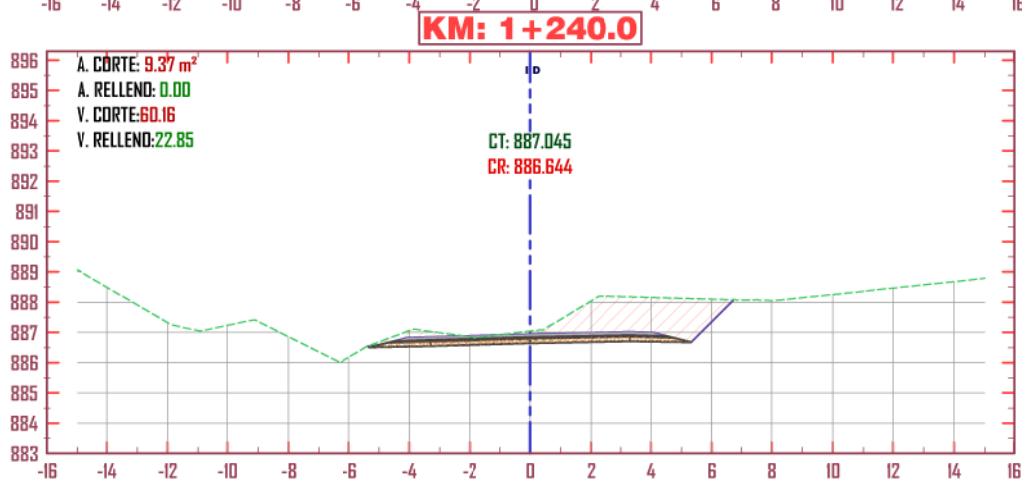
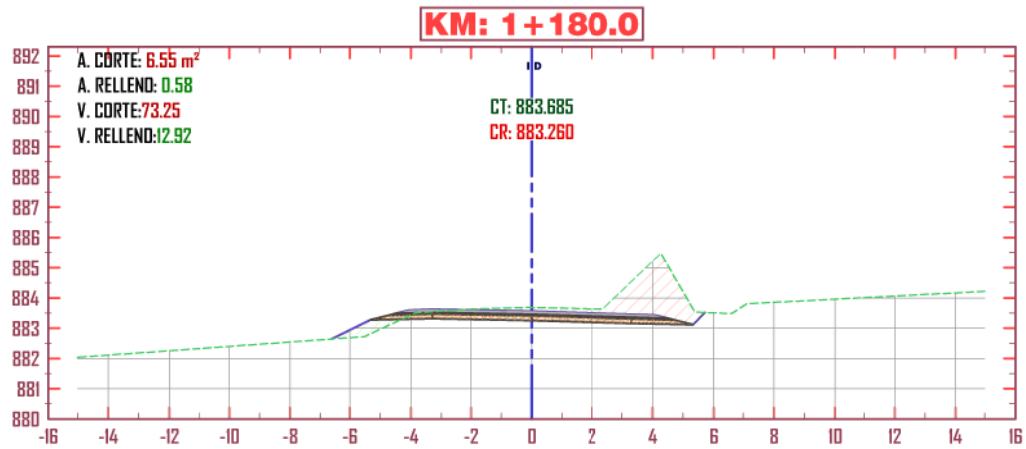
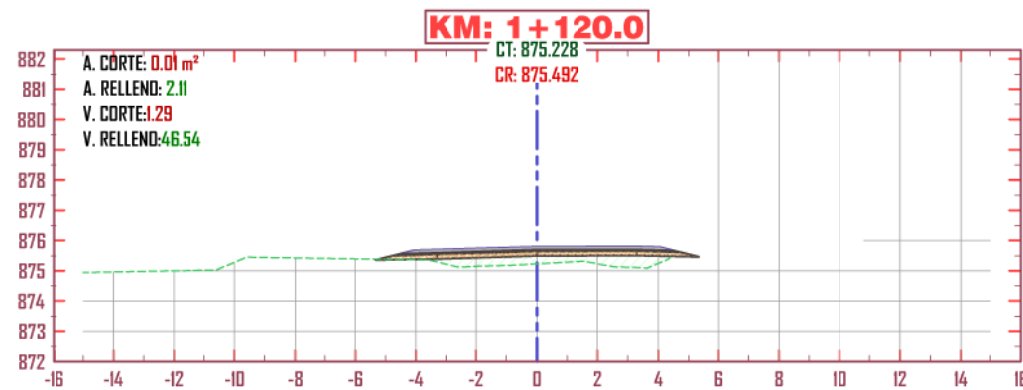
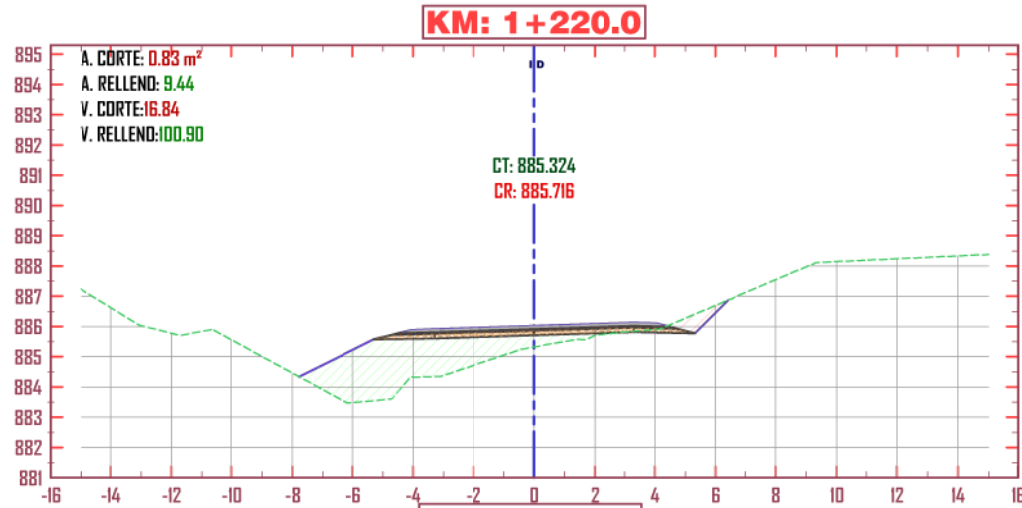
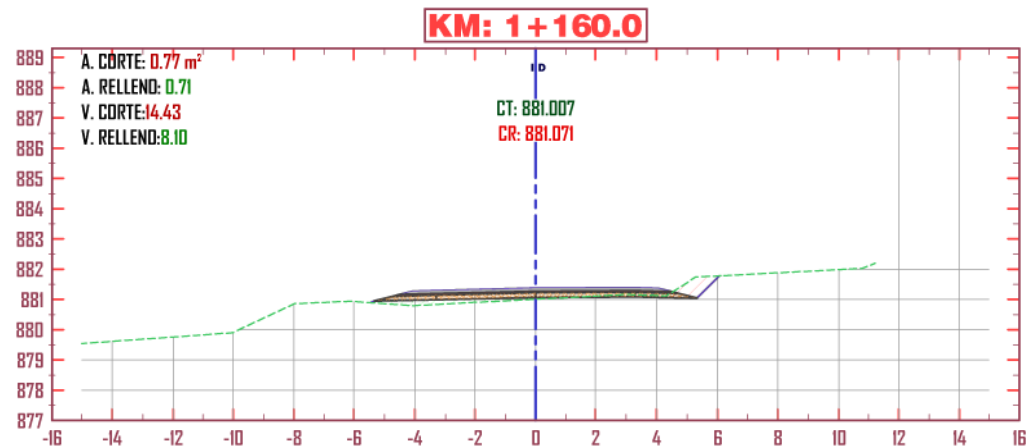
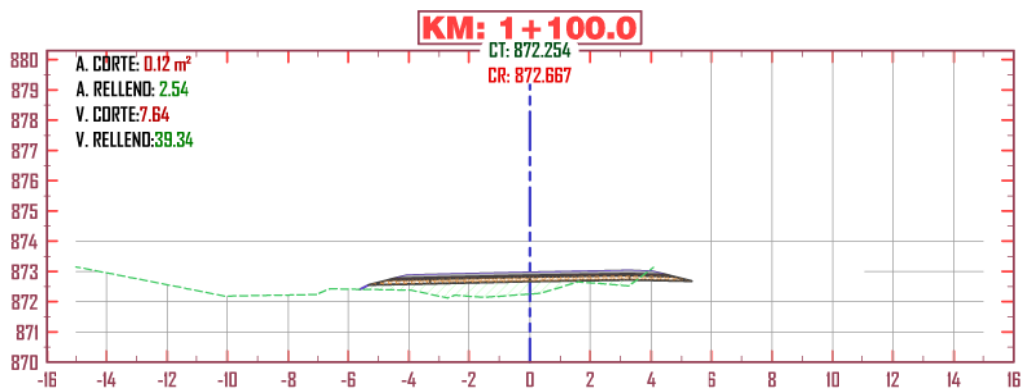


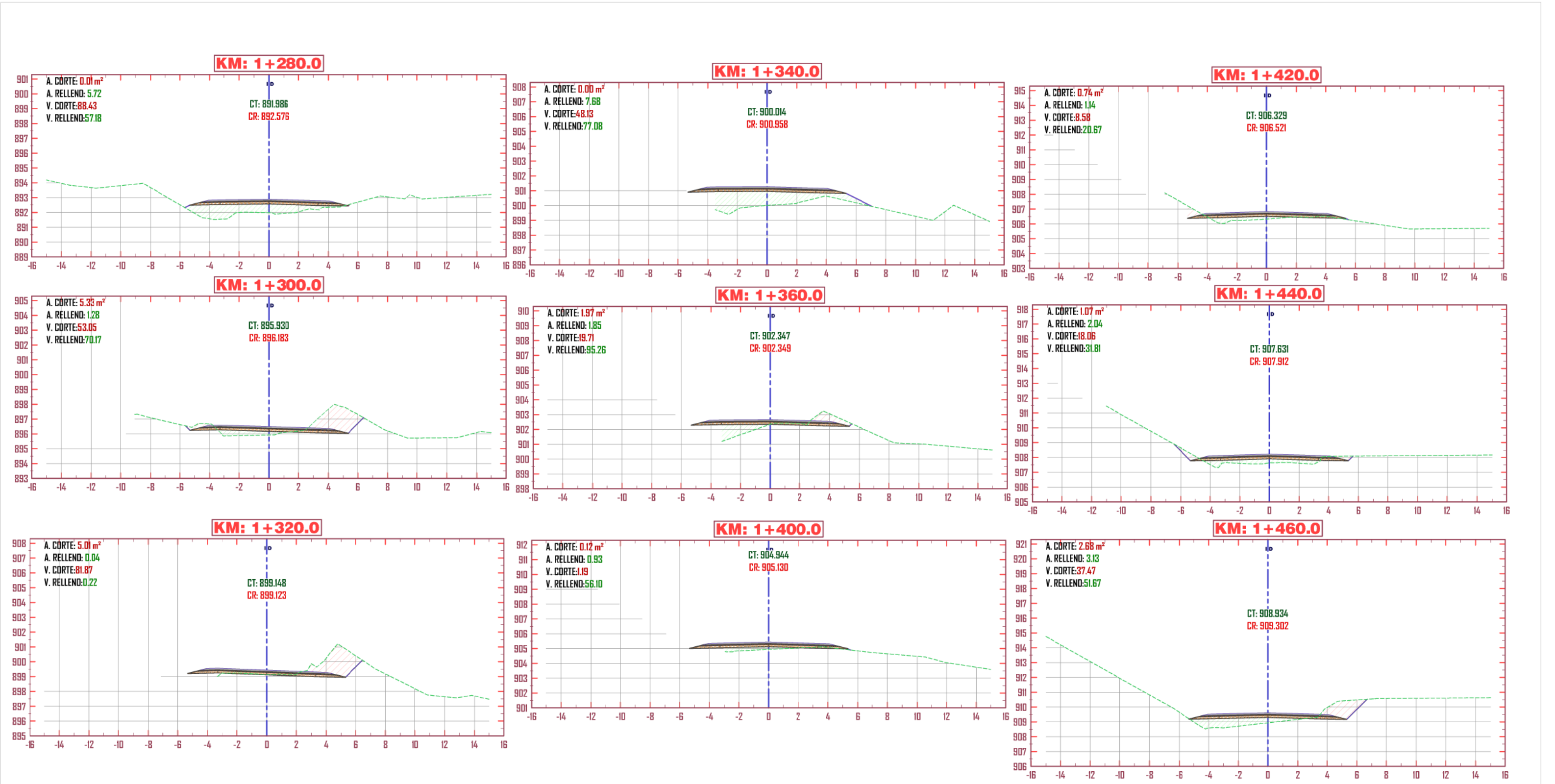


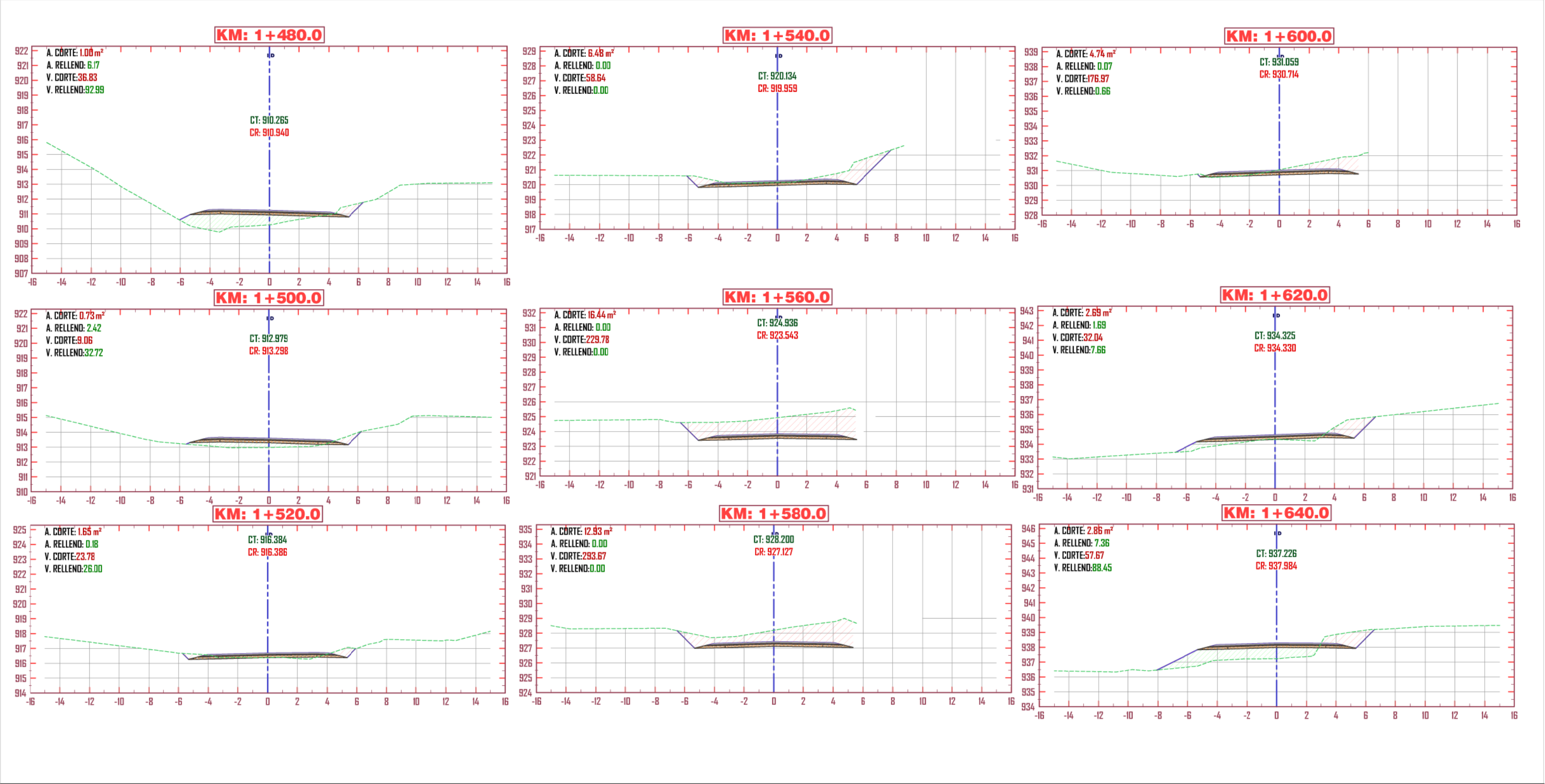


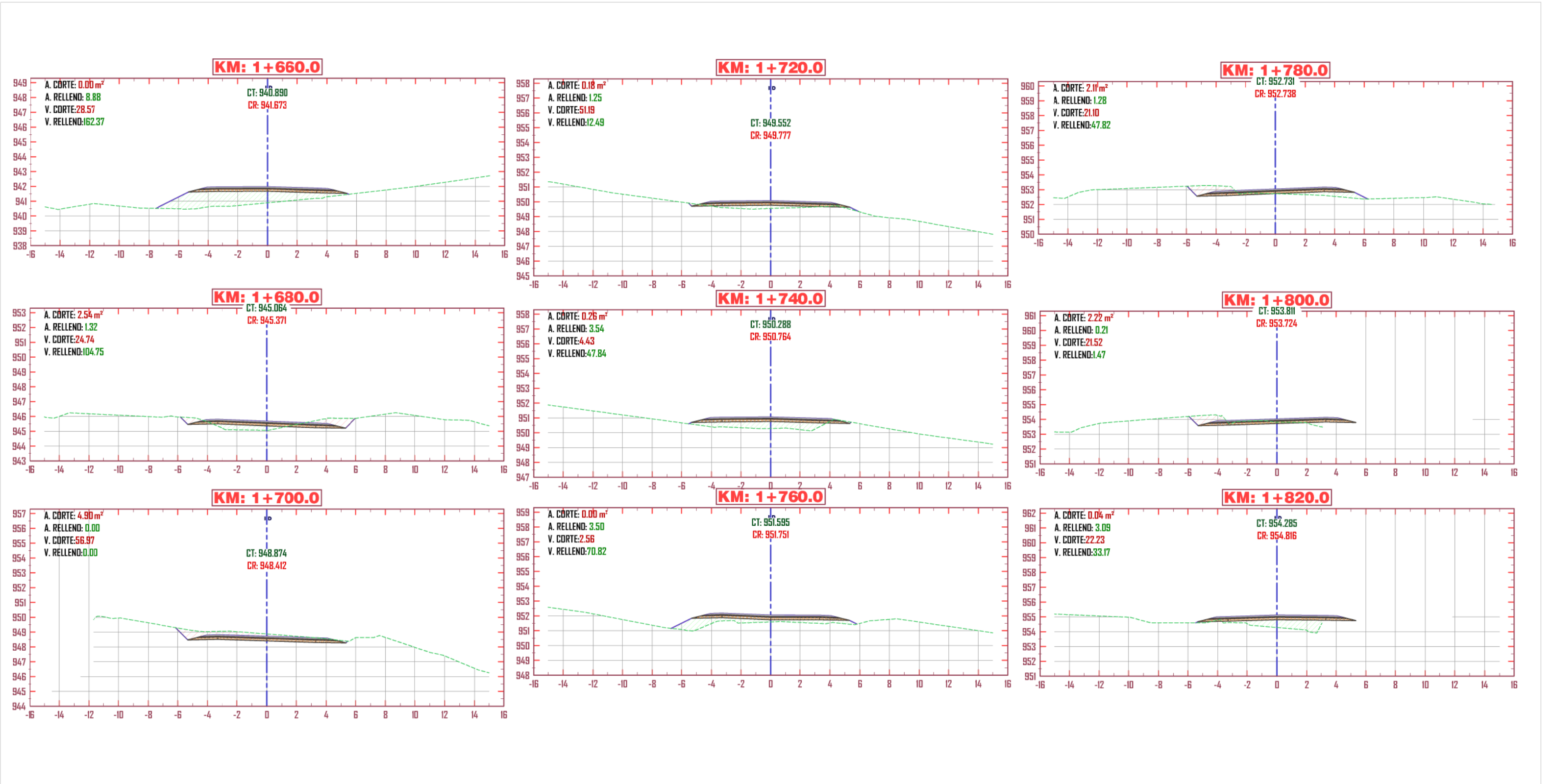


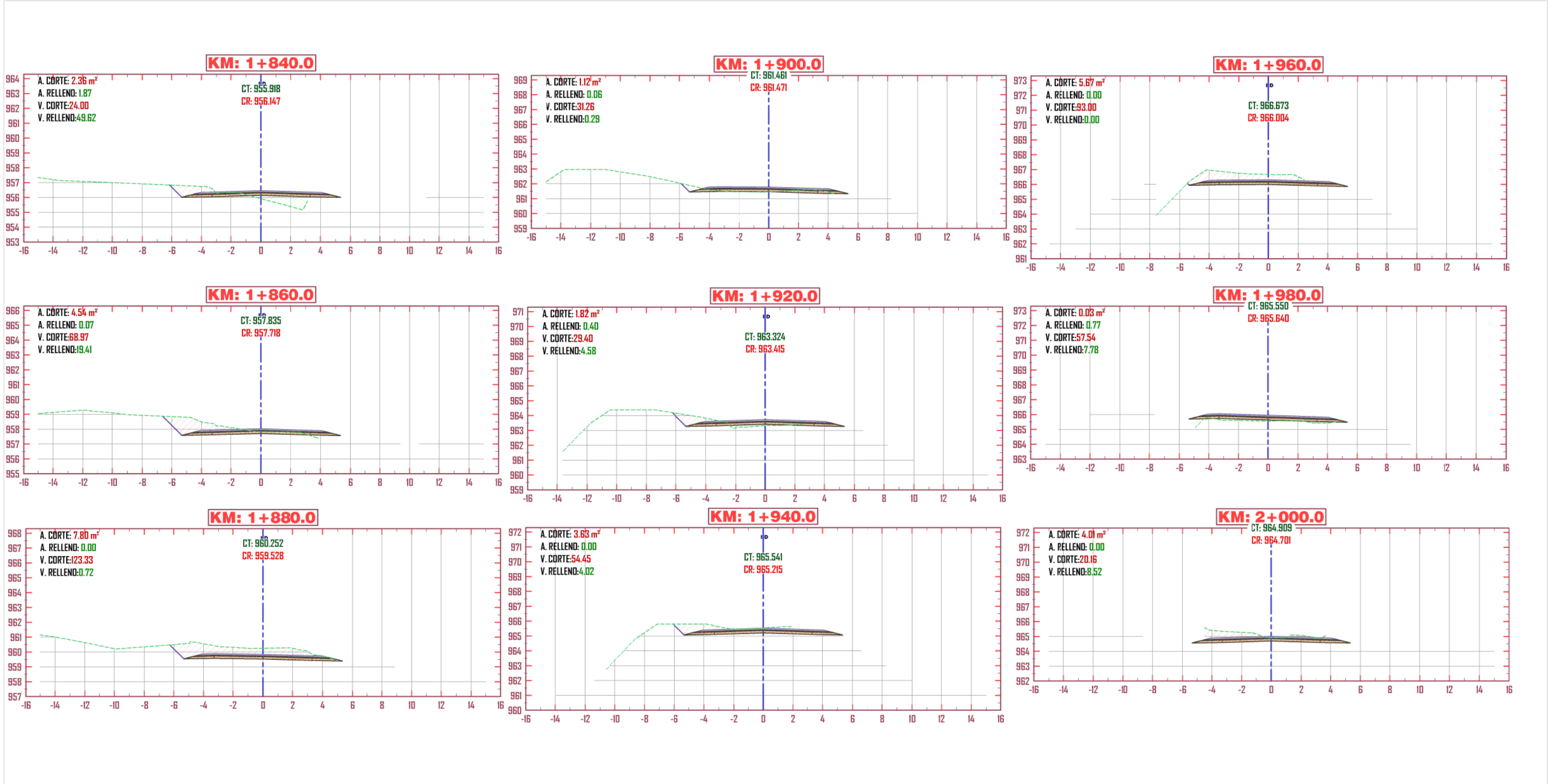


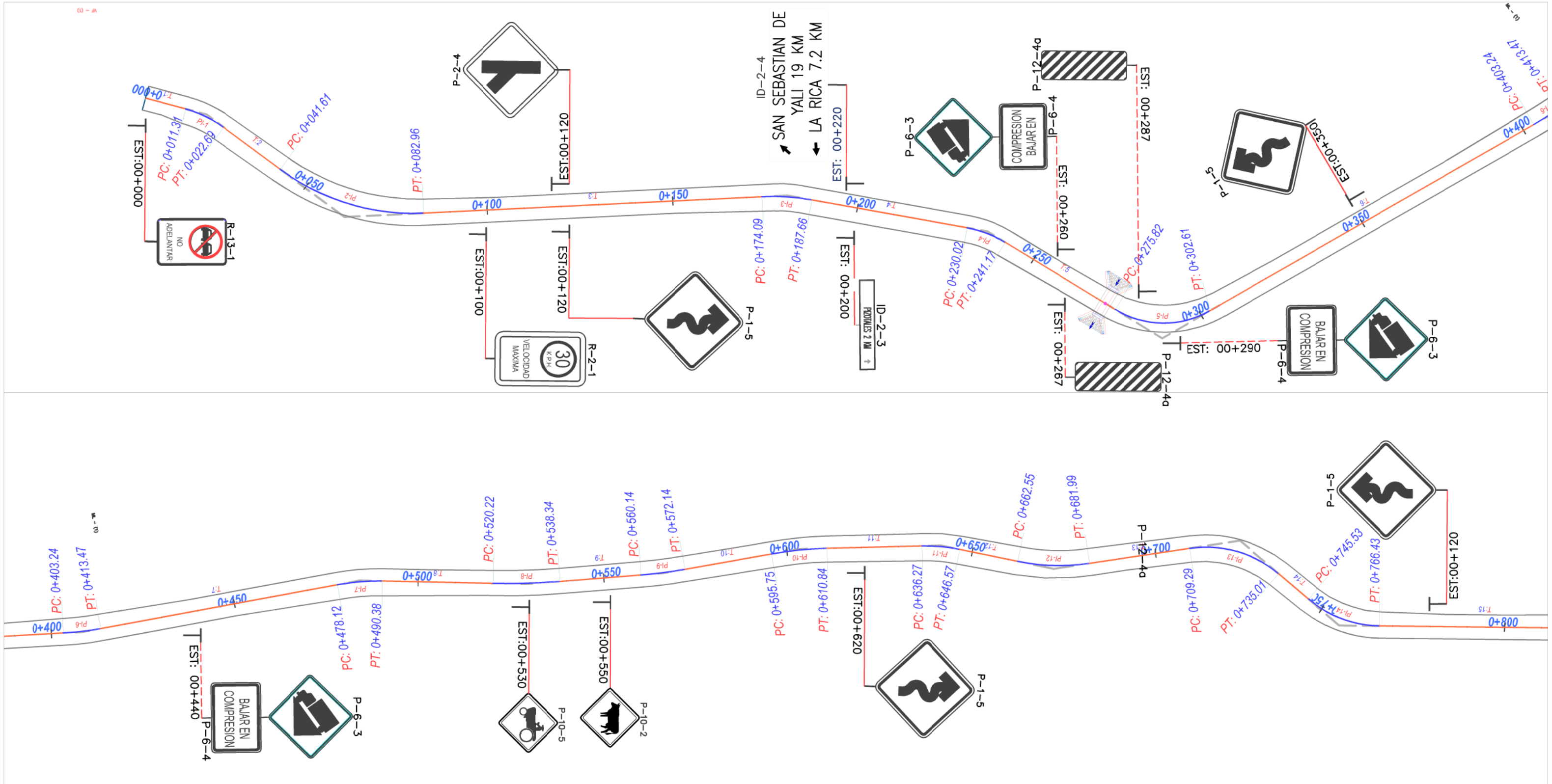




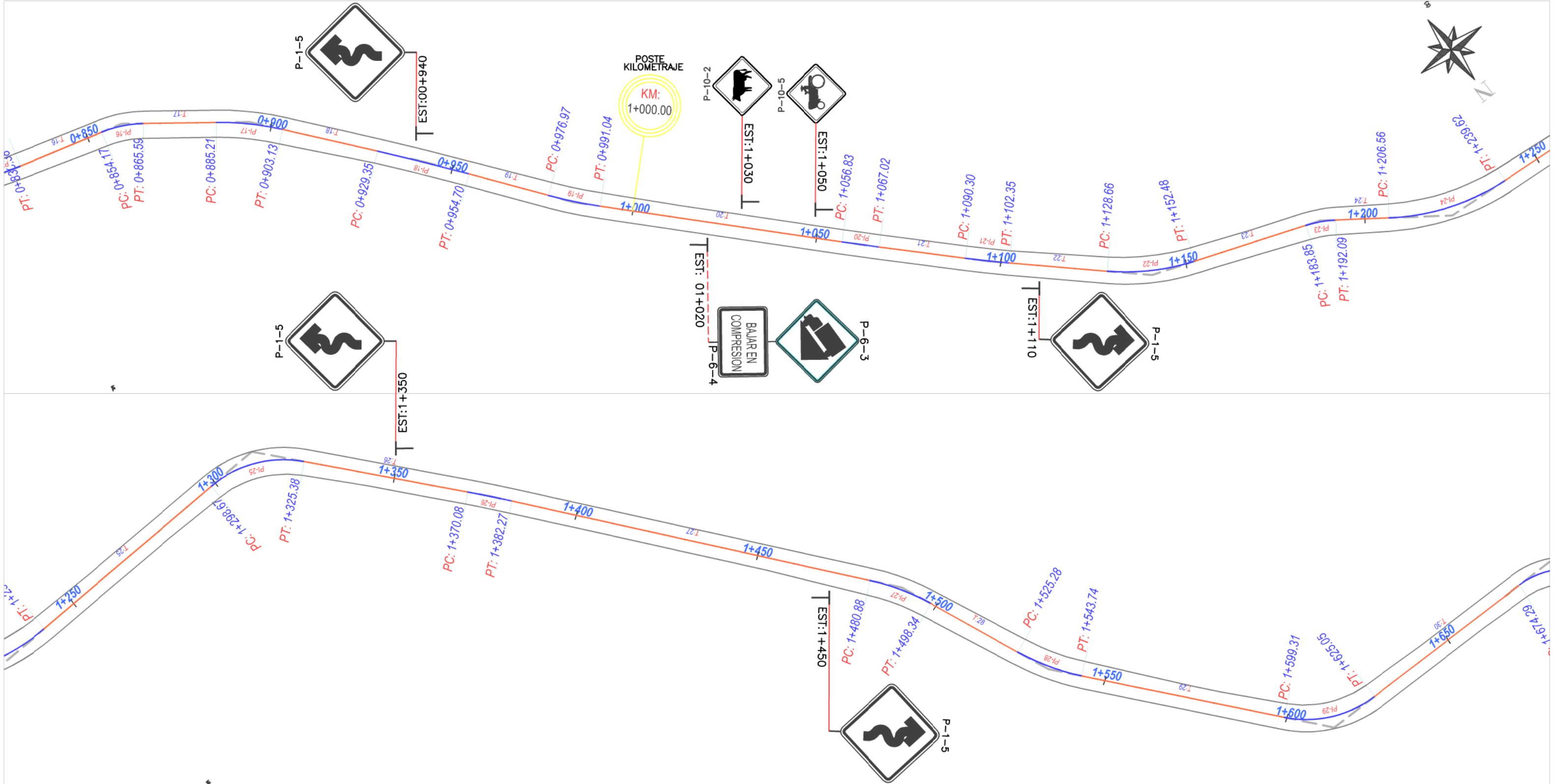




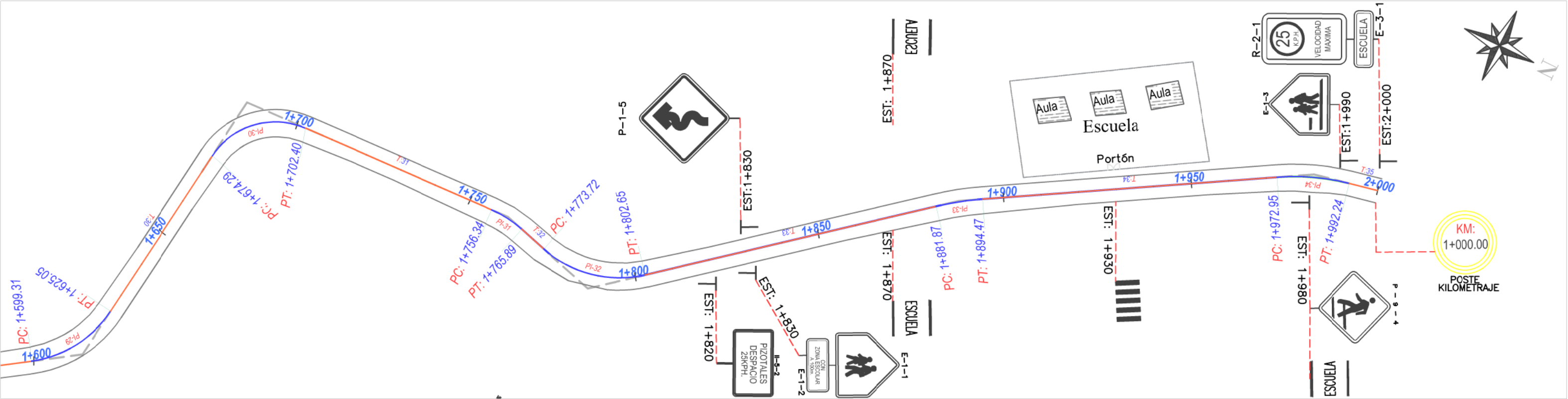




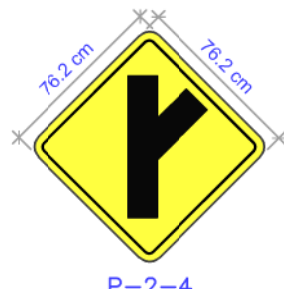
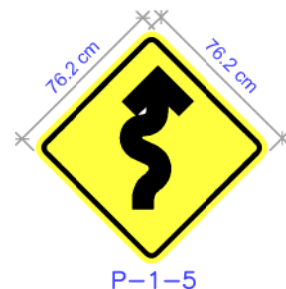
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 2.0 KILÓMETROS"		UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA".		AUTORES: Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza. Br. Irela Faviola Dávila Aguilar. Br. Olga Marcela Aráuz Soza.		CARNET: 2018-0114N 2018-0006N 2018-0087N		CONTENIDO: SEÑALIZACION – VIAL 0+000 – 0+800		LAMINA # 21 24
	TRAMO: COMUNIDAD MONTE CRISTO-PIZOTALES.				REVISADO POR: Dr. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel.				ESCALA: 1:1000	FECHA: 08 DE DICIEMBRE-2023	



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 2.0 KILÓMETROS”	UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”.	AUTORES: Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza. Br. Irela Faviola Dávila Aguilar. Br. Olga Marcela Aráuz Soza.	CARNET: 2018–0114N 2018–0006N 2018–0087N	CONTENIDO: SEÑALIZACION–VIAL 0+800 – 1+640	LAMINA # 22 24
	TRAMO: COMUNIDAD MONTE CRISTO–PIZOTALES.		REVISADO POR: Dr. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel.	ESCALA: 1:1000		



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ARTICULADO DE 2.0 KILÓMETROS"		UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SAN SEBASTIAN DE YALÍ, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA".	AUTORES: Br. Aricel Maryini Quintero Mendoza. Br. Irela Faviola Dávila Aguilar. Br. Olga Marcela Aráuz Soza. REVISADO POR: Dr. Ing. Sergio Junior Navarro Hudiel.	CARNET: 2018-0114N 2018-0006N 2018-0087N	CONTENIDO: SEÑALIZACION-VIAL 1+640 - 2+000		LAMINA # 23 24
	TRAMO: COMUNIDAD MONTE CRISTO-PIZOTALES.					ESCALA: 1:1000	FECHA: 08 DE DICIEMBRE-2023	



SEÑALES DE PREVENCIÓN
Esc.: 1:25

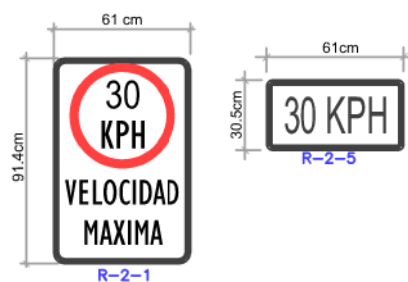


SEÑALES DE INFORMACIÓN DE DESTINO
Esc.: 1:25

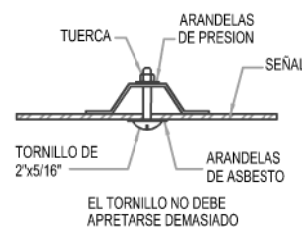


SEÑALES DE IDENTIFICACIÓN
Esc.: 1:25

CONTROL DEL TRANSITO EN ZONAS ESCOLARES
Escala: 1:20



SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN
Esc.: 1:20



DETALLE "B"
Sin Escala

Detalle "B"

1.80m zona rural
0.61m zona urbana
0.30m mínimo

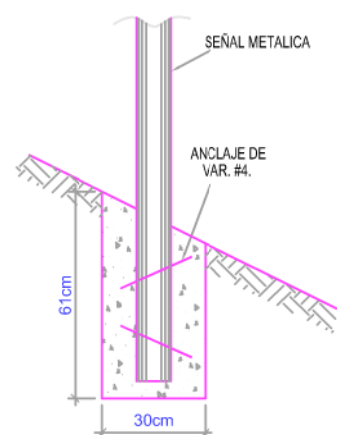
SEÑAL METALICA

nivel borde del hombro



1.50m zona rural
2.10m zona urbana

Detalle "A"



DETALLE "A"
Sin Escala

