UCUENCA

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes III Cohorte

Elaboración de estudios definitivos de ingeniería para el mejoramiento de la vía “Uchucay-Sumaypamba-Playas De Sumaypamba” de 6,50 km. de longitud aproximada, ubicada entre las parroquias San Sebastían de Yuluc y Sumaypamba del cantón Saraguro, provincia de Loja.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Ingeniería en Vialidad y Transportes.

Autor:
Ing. Rómulo Santiago Cabrera Luna
CI: 0104418728
Correo electrónico: romulo_cabrera_l@hotmail.com

Director:
Ing. Juan Marcelo Avilés Ordoñez
CI:0103872503

Cuenca, Ecuador

11-mayo-2022

Resumen:

En el marco del Proyecto Eólico Minas de Huascachaca a cargo de Elecaustro S.A., que impulsa dentro de su política de responsabilidad social la ejecución de proyectos que promuevan el desarrollo sostenible de las comunidades locales, el presente estudio busca mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las comunidades de Uchucay, Sumaypamba y playas de Sumaypamba las mismas que basan su economía en el cultivo de productos agrícolas, mejorando así su conectividad a fin de dar una mejor salida a los productos cultivados a través de 6,50 km. de vías que las conectan.

En base a esto, se realizó el estudio de topografía con una franja de 15,00 m. a cada lado del eje actual referenciando el proyecto cada 500,00 m., el estudio de diseño geométrico basa su diseño en la normativa actual vigente MTOP-2003, clasificando a la vía como una colectora categoría IV y relieve montañoso con un ancho total de calzada de 6,00 m. y cunetas de 0,60 cm., además se determinó una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 3,00 pulg, una capa de base tipo II de 15,00 cm, una capa de subbase tipo II de 25,00 cm, y una capa de mejoramiento tipo de 35,00 cm. estructura que al término de 10 años se realizará una rehabilitación con riego de liga y 6,00 cm de carpeta asfáltica.

Palabras claves: Topografía, Diseño vial, Diseño de pavimentos, análisis de tráfico, Elecaustro S.A.

Abstract:

In the framework of the proyect “Proyecto Eolico Minas de Huascachaca” promoted by ELECAUSTRO S.A., which carries forward, within its social responsibility policy, the execution of projects that promote the sustainable development of local communities. This study seeks to improve the living conditions of the inhabitants of the communities of Uchucay, Sumaypamba and beaches of Sumaypamba. These communities have based their economy on the cultivation of agricultural products along the time. Improving their connectivity, we will see a better outlet of the products grown, through 6,50 km. of roads that connect them.

This project was developed in different and ordered stages. First step was the topographical measurement with a strip of 15,00 meters on each side of the current axis, referencing the project every 500,00 m. The geometric design study bases its design on the current regulations in force MTOP-2003, classifying the road as a category IV collector and mountainous terrain with a total width of 6.00 meters with gutters of 0,60 centimeters. An asphalt concrete wearing course of 3,00 inches, a Base II course of 15,00 centimeters, a Sub-Base II course of 25,00 centimeters, and an Sub-Base course of 35,00 centimeters were determined. It has been planned that in this structure at the end of 10 years, a rehabilitation will be carried out with league irrigation and 6,00 cm of asphalt layer.

Keywords: Topography, geometric design of roads, pavement design, traffic análysis, Elecaustro S.A.

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 13
2 OBJETIVOS 14
2.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO 14
3 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO 14
3.1.1 UBICACIÓN 14
4 TOPOGRAFÍA 16
4.1 EXPLORACIÓN TERRESTRE Y DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE LEVANTAMIENTO. 16
4.2 GEOREFERENCIACIÓN 16
4.2.1 EQUIPO UTILIZADO 18
4.2.2 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN 19
4.2.3 REFERENCIAS 20
4.3 CLASIFICACIÓN TOPOGRÁFICA 27
5 VEHÍCULO DE DISEÑO 28
6 DISEÑO GEOMÉTRICO 29
6.1 NORMATIVA 29
6.2 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA 29
6.3 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA. 31
6.3.1 Velocidad de Diseño 31
6.3.2 Radio Mínimo 32
6.3.3 Velocidad de Circulación 33
6.3.4 Distancia de Visibilidad 33
6.3.5 Curvas Horizontales 36
6.3.6 Comprobación de espirales calculadas. 39
6.3.7 Cálculo del Peralte, Sobreancho y Longitudes de transición. 41
6.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL 62
6.4.1 Gradientes máximas y mínimas 62

6.4.2 Gradientes Máximas. 62
6.4.3 Gradientes Mínimas. 62
6.4.4 Curvas Verticales. 63
7 Sección transversal 67
8 CÁLCULO DE VOLÚMENES 68
9 VARIANTES SUGERIDAS AL PROYECTO 85
9.1 VARIANTE 1 (1+740-1+970) 85
9.2 VARIANTE 2 (3+680-4+110) 87
9.3 VARIANTE 3 (5+240 – 5+460): 89
9.4 VARIANTE 4 (5+760 – 6+090): 91
9.5 BERMAS EXTRAS SUGERIDADAS AL PROYECTO: 93
10 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS VARIANTES SUGERIDAS AL PROYECTO……..... 95
11 DISEÑO DE PAVIMENTOS 97
11.1 Antecedentes 97
11.2 Ubicación 98
11.3 Metodología 99
12 TRANSITO O CARGAS VEHICULARES 100
12.1 Estudio de transito 100
12.1.1 Encuesta volumétrica de transito 100
12.1.2 Cálculo del TPDA 105
12.1.3 Proyección del TPDA 108
12.1.4 Cálculo de número de ejes equivalentes 110
13 CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE 115
13.1 Trabajo de Campo 115
13.1.1 Excavación de Calicatas 115
13.2 Ensayo de Penetración por Cono Dinámico (DCP) 128
13.3 Resultados de laboratorio 131
13.3.1 Ensayos de clasificación 131

13.3.2 Ensayo de compactación Proctor Modificado 132
13.3.3 Ensayo de CBR en laboratorio 136
13.4 Análisis de Resultados y determinación de CBR característico 139
14 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 142
14.1 Alternativa 1 (Base granular) 142
14.1.1 Características materiales de mejoramiento 142
14.1.2 Características de la subbase 143
14.1.3 Características de la base 143
14.1.4 Pérdida de Serviciabilidad 145
14.1.5 Confiabilidad (R) y desviación estándar normal (ZR) 145
14.1.6 Error Estándar (So) 146
14.1.7 Condiciones de drenaje (m) 146
14.1.8 Cálculo de estructura de pavimento 147
14.2 Alternativa 2 (Base estabilizada con cemento) 153
15 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO 156
16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 159
17 BIBLIOGRAFÍA 161

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-01) 16
Foto 2 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-02). 17
Foto 3 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-03). 17
Foto 4 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-04). 18
Foto 5 Modelo de placas 18
Foto 6 Referencia V-02 / V-03 21
Foto 7 Referencia V-04 / V-05 21
Foto 8 Referencia V-06 / V-07 22
Foto 9 Referencia V-08 / V-09 22
Foto 10 Referencia V-10 / V-12 23
Foto 11 Referencia V-13 / V-14 23
Foto 12 Referencia V-15 / V-16 24
Foto 13 Referencia V-17 / V-18 24
Foto 14 Referencia V-19 / V-20 25
Foto 15 Referencia V-21 / V-22 25
Foto 16 Referencia V-23 / V-24 26
Foto 17 Referencia V-25 26
Foto 18 Salida de Uchucay (0+000.00). Puente Uchucay (0+525.00 Long=10.00 m.). 29
Foto 19 Ascenso Uchucay – Sumaypamba (1+000.00). Descenso a Playas de Sumaypamba (4+400.00) 30
Foto 20 Playas de Sumaipamba llegada (6+500.00) 30
Foto 21 Sitio de encuesta Uchucay E1 104
Foto 22 Sitio de encuesta Sumaypamba E2 104
Foto 23 Exploración PCA #01 117
Foto 24 Exploración PCA #02 118
Foto 25 Exploración PCA #03 119
Foto 26 Exploración PCA #04 120
Foto 27 Exploración PCA #05 121
Foto 28 Exploración PCA #07 123
Foto 29 Exploración PCA #08 124
Foto 30 Exploración PCA #09 125
Foto 31 Exploración PCA #10 126
Foto 32 Exploración PCA #11 127
Foto 33 Exploración PCA #12 128

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación general de la vía en estudio. 15
Ilustración 2 Topografía realizada 19
Ilustración 3 Detalle de sección típica adoptada 67
Ilustración 4 Estado actual estudio aprobado 85
Ilustración 5 Variante sugerida 86
Ilustración 6 Estado actual estudio aprobado 87
Ilustración 7 Variante sugerida 88
Ilustración 8 Estado actual estudio aprobado 89
Ilustración 9 Variante sugerida 90
Ilustración 10 Estado actual estudio aprobado 91
Ilustración 11 Variante sugerida 92
Ilustración 12 Berma sugerida de 4,00 m. PI # 12 94
Ilustración 13 Berma sugerida de 4,00 m. PI # 37 94
Ilustración 14 Ubicación de la vía en estudio, fuente: Google Earth 2021 98
Ilustración 15 Ubicación de estaciones de conteo 101
Ilustración 16 Ubicación de las calicatas 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del proyecto a intervenir 14
Tabla 2 Referencias del proyecto 20
Tabla 3 Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado (MTOP, 2003) 31
Tabla 4 TPDA del proyecto 32
Tabla 5 Mínima distancia de visibilidad de subida y bajada(AASHTO, 2001) 34
Tabla 6 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo 35
Tabla 7 Distancia de Visibilidad de Rebasamiento 36
Tabla 8 Cálculos de puntos Geométricos Horizontal. 37
Tabla 9 Comprobación de espirales Calculadas. 39
Tabla 10 Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de calzada respecto al eje. 41
Tabla 11 Cálculo de puntos geométricos de transición del Peralte. 43
Tabla 12 Resumen de Peraltes y Sobreanchos. 46
Tabla 13 Resumen del cálculo de la transición del Peralte. 47
Tabla 14 Valores de diseño de las gradientes máximas longitudinales 62
Tabla 15 Curvas verticales convexas mínimas 64
Tabla 16 Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas 64
Tabla 17 Curvas Verticales cóncavas mínimas 65
Tabla 18 Cálculos alineamiento Vertical. 66
Tabla 19 Informe de cálculo de Volumen 69
Tabla 20 Resumen de datos técnicos variante 1 86
Tabla 21 Resumen de datos técnicos de Variante 2 89
Tabla 22 Resumen de datos técnicos Variante 3 90
Tabla 23 Resumen de datos técnicos Variante 4 93
Tabla 24 Resultados del análisis de volúmenes 95
Tabla 25 Análisis económico de las variantes sugeridas 95
Tabla 26 Análisis de variante con longitud de vía menor 96
Tabla 27 Coordenadas de referencia de vía 98
Tabla 28 Coordenadas de referencia estaciones de conteo 101
Tabla 29 Resultados del conteo Estación 1 Sentido Uchucay – Sumaypamba 102
Tabla 30 Resultados del conteo Estación 1 Sentido Sumaypamba – Uchucay 102
Tabla 31 Resultados del conteo Estación 2 Sentido Sumaypamba – Playas de Sumaypamba 103

Tabla 32 Resultados del conteo Estación 2 Sentido Playas de Sumaypamba – Sumaypamba 103
Tabla 33 Calculo Del Factor Semanal 106
Tabla 34 Consumo De Combustible (Petrocomercial) 2019 107
Tabla 35 Tráfico Promedio Diario Anual TPDA 2021 – Estación 1 107
Tabla 36 Tasas De Crecimiento 108
Tabla 37 Proyecciones del TPDA año 2021 al 2043 109
Tabla 38 Tipos de vehículos motorizados, pesos y dimensiones 110
Tabla 39 TPDA estandarizado con vehículos tipo MTOP 110
Tabla 40 Cálculo del factor camión global y factor de equivalencia 112
Tabla 41 Cálculo del Factor Camión 113
Tabla 42 Factor de distribución por dirección FD 113
Tabla 43 Factor de distribución por carril FL 114
Tabla 44 Cálculo de ejes simples equivalentes de 8,2 Ton 114
Tabla 45 Recomendación para ubicación de calicatas para diseño de pavimentos, Fuente: (Montejo Fonseca , 2002) 115
Tabla 46 Coordenadas de ubicación de calicatas 116
Tabla 47 Ensayo DCP para PCA 02 128
Tabla 48 Ensayo DCP para PCA 04 129
Tabla 49 Ensayo DCP para PCA 06 129
Tabla 50 Ensayo DCP para PCA 08 130
Tabla 51 Ensayo DCP para PCA 10 130
Tabla 52 Ensayo DCP para PCA 12 131
Tabla 53 Resumen de resultados de ensayos de clasificación 132
Tabla 54 Resultados Proctor Modificado material PCA #01 133
Tabla 55 Resultados Proctor Modificado material PCA #03 133
Tabla 56 Resultados Proctor Modificado material PCA #05 134
Tabla 57 Resultados Proctor Modificado material PCA #07 134
Tabla 58 Resultados Proctor Modificado material PCA #09 135
Tabla 59 Resultados Proctor Modificado material PCA #11 136
Tabla 60 Resultados CBR PCA #01 137
Tabla 61 Resultados CBR PCA #03 137
Tabla 62 Resultados CBR PCA #05 138
Tabla 63 Resultados CBR PCA #07 138
Tabla 64 Resultados CBR PCA #09 139
Tabla 65 Resultados CBR PCA #11 139

Tabla 66 Resumen de resultados de CBR 140
Tabla 67 Percentil para selección de CBR característico 141
Tabla 68 Calculo del CBR característico 141
Tabla 69 CBR diseño mejoramiento especificación MTOP 142
Tabla 70 CBR diseño subbase especificación MTOP 143
Tabla 71 CBR de diseño de base especificación MTOP 143
Tabla 72 Confiabilidad (R) 145
Tabla 73 Coeficiente de drenaje (m) 146
Tabla 74 Números estructurales correspondiente a diferentes soportes. 147
Tabla 75 Coeficiente estructurales por capa 149
Tabla 76 Coeficientes de capas diseño estructural de pavimentos flexibles 150
Tabla 77 Cálculos de espesores de capas de pavimentos alternativa 1 151
Tabla 78 Estructura de pavimento flexible obtenida para la alternativa 1 153
Tabla 79 Cálculos de espesores de capas de pavimentos alternativa 2 154
Tabla 80 Estructura de pavimento flexible obtenida para la alternativa 2 155
Tabla 81 Tipo de tránsito según metodología Instituto Nacional de Vías de Colombia 156
Tabla 82 Estrategia de mantenimiento metodología Instituto Nacional de Vías de Colombia 157

UCUENCA

Cláusula de Propiedad Intelectual

Rómulo Santiago Cabrera Luna, autor del trabajo de **"Uchucay-Sumaypamba-Playas De Sumaypamba" de 6,50 km. de longitud aproximada, ubicada entre las parroquias San Sebastían de Yuluc y Sumaypamba del cantón Saraguro, provincia de Loja."**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 11 de mayo de 2022

Firmado electrónicamente por:
ROMULO SANTIAGO
CABRERA LUNA

Rómulo Santiago Cabrera Luna
C.I: 0104418728

UCUENCA

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el repositorio institucional

Rómulo Santiago Cabrera Luna, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Elaboración de estudios definitivos de ingeniería para el mejoramiento de la vía **"Uchucay-Sumaypamba-Playas De Sumaypamba" de 6,50 km. de longitud aproximada, ubicada entre las parroquias San Sebastían de Yuluc y Sumaypamba del cantón Saraguro, provincia de Loja."**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 11 de mayo de 2022

Firmado electrónicamente por:
ROMULO SANTIAGO CABRERA LUNA

Rómulo Santiago Cabrera Luna
C.I: 0104418728

1 ANTECEDENTES

ELECAUSTRO S.A. dentro de su Política de Responsabilidad Social Empresarial, apoya acciones de cooperación con las diversas instituciones de la región con miras a impulsar la ejecución de proyectos que promuevan el desarrollo sostenible de las comunidades locales, en este sentido, se encuentra ejecutando el Programa de Desarrollo Territorial en el área de influencia del PROYECTO EÓLICO MINAS DE HUASCACHACA, que tiene como objetivo, el apoyar de manera eficaz, eficiente y sostenible, a la satisfacción de las necesidades básicas insatisfechas de la población asentada en esta zona, que incluye las Parroquias de San Sebastián de Yuluc y Sumaypamba, cantón Saraguro, provincia de Loja.

Los integrantes de las Junta Parroquial de San Sebastián de Yuluc en las reuniones de trabajo con los Directivos de ELECAUSTRO S.A, priorizan como necesidad esencial el mejoramiento de su vialidad que incluye a la Vía Uchucay – Sumaypamba - Playas de Sumaypamba, Longitud de 6,50 Km, por cuanto además de la necesidad de mejorar la geometría y ancho uniforme de la vía, existe el compromiso del Señor Prefecto de Loja de pavimentar la vía en el Tramo Uchucay-Centro Parroquial de Sumaypamba que tiene una longitud de 2,50 Km.

Para tal efecto, se ha suscrito el Convenio de Cooperación Interinstitucional Nº 2021 – 0024 CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL PARA REALIZAR LOS “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LAS VÍAS A LA CABECERA PARROQUIAL DE YULUC, UCHUCAY-SUMAYPAMBA-PLAYAS DE SUMAYPAMBA, VÍA A YUNQUIL Y VÍAS DE LA URBANIZACIÓN DE LOS PRECARISTAS, DEL CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA” , en el cual figuran como parte integrante: la Prefectura del Loja, Elecaustro S.A., GAD Parroquial de San Sebastián de Yuluc, GAD Parroquial de Sumaypamba, Universidad de Cuenca y UCUENCA EP, dicho estudio se presenta a continuación.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Contar con los estudios técnicos adecuados que servirán de respaldo técnico para contratar la obra correspondiente para mejorar las características actuales de la vía “UCHUCAY-SUMAYPAMBA-PLAYAS DE SUMAYPAMBA” DE 6,50 Km de longitud aproximada.

3 DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

3.1.1 UBICACIÓN

La vía en estudio está ubicada entre el Barrio Uchucay de la Parroquia San Sebastián de Yuluc y Sumaypamba, cantón Saraguro provincia de Loja” dentro del área de influencia directa del proyecto eólico minas de Huascachaca, siendo esta vía de suma importancia ya que posibilitará una conectividad adecuada entre las parroquias en mención, cabe recalcar que al terminar la vía en Playas de Sumaymipamba, continua una vía asfaltada la cual se dirige a un Recinto Militar (polvorín), resultando beneficiado directamente también este importante equipamiento militar.

Las coordenadas de inicio y fin de este proyecto se indican a continuación y la ubicación del proyecto se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Coordenadas del proyecto a intervenir

Descripción	UTMx	UTMy
UCHUCAY	681987	9628685
SUMAYPAMBA	683347	9628937
PLAYAS DE SUMAYPAMBA	684945	9629693
Elipsoide de referencia WGS84		

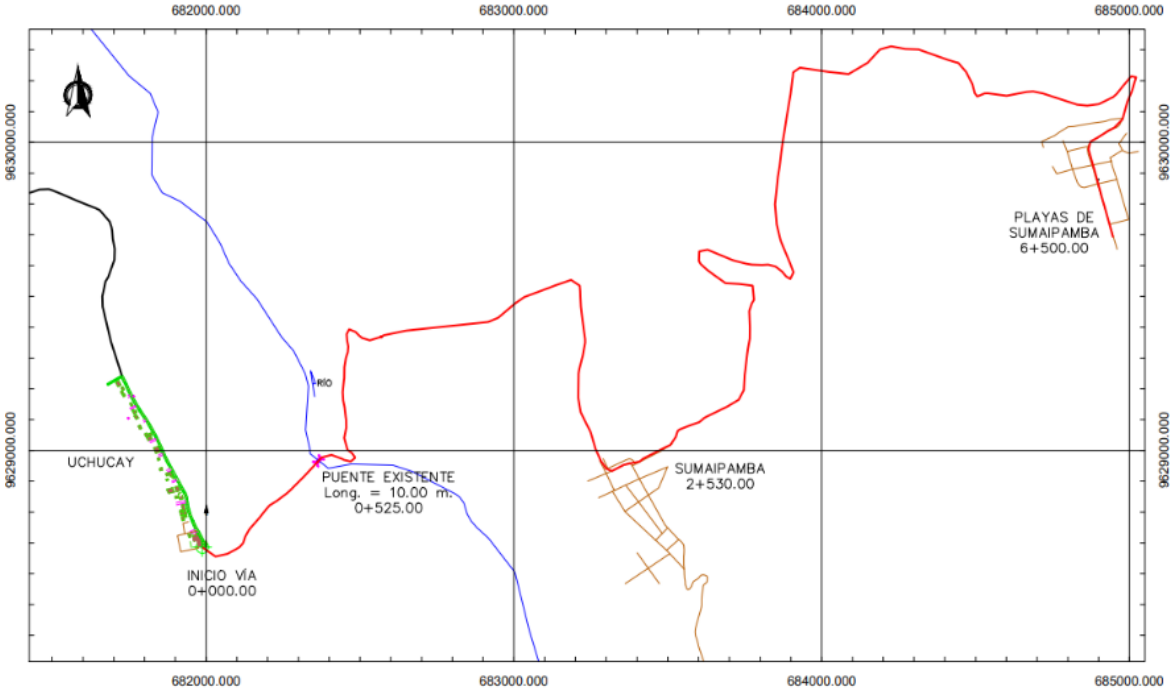


Ilustración 1 Ubicación general de la vía en estudio.

4 TOPOGRAFÍA

4.1 EXPLORACIÓN TERRESTRE Y DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE LEVANTAMIENTO.

Durante el proyecto se realizó un recorrido de campo al lugar de los trabajos donde se determinó conjuntamente el área a levantar, la longitud y el ancho de franja siendo así una longitud de 6,50 km. con una franja de levantamiento de 30 m. (15,00 m a cada lado), ubicando además 4 placas de bronce de control horizontal y vertical, a más de la ubicación de referencias cada 500 m. en pares.

4.2 GEOREFERENCIACIÓN

Para la Georeferenciación del proyecto se utilizó un GPS Diferencial Marca CHCNAV i90Pro, ubicando así con el método RTK las coordenadas de los 4 hitos en Retícula UTM y Datúm WGS 84, a partir de los cuales se enlazaron el resto de vértices secundarios para el levantamiento, para ello se utilizó la Estación Total Trimble S3 de 2'' de precisión.

Foto 1 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-01)

Foto 2 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-02).

Foto 3 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-03).

Foto 4 Posicionamiento vértice RTK. (V-USP-04).

Foto 5 Modelo de placas

4.2.1 EQUIPO UTILIZADO

El equipo topográfico empleado para la realización del presente estudio fue:

- 1 GPS CHCNAV i90Pro de alta precisión y doble frecuencia.
- 1 Estación Total Trimble S3 2''
- Radios de comunicación.
- Cámara fotográfica digital.
- 2 computadoras portátiles.
- 1 GPS Navegador.
- 1 Vehículo.
- Equipos de protección personal y primeros auxilios.
- Pintura, clavos, combos, etc.

4.2.2 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Se levantaron 6569 puntos COGO (vid. Anexo 1), equivalente a 1010 puntos por km. los cuales fueron posteriormente procesados en el software AutoCAD Civil 3D 2021 que permite realizar un dibujo y post procesamiento de puntos de acuerdo a su código, facilitando el proceso de triangulación, de igual manera se realizó la nivelación geométrica del polígono base del proyecto.

Para el estudio de triangulación el software caracteriza con el uso de *break lines* los accidentes topográficos como la delimitación de vías en sus bordes y eje, quebradas, viviendas, y taludes, obteniendo un modelo digital del terreno en 3D lo más cercano a la realidad, con curvas cada metro, los cuales los podemos ver en el anexo planos.

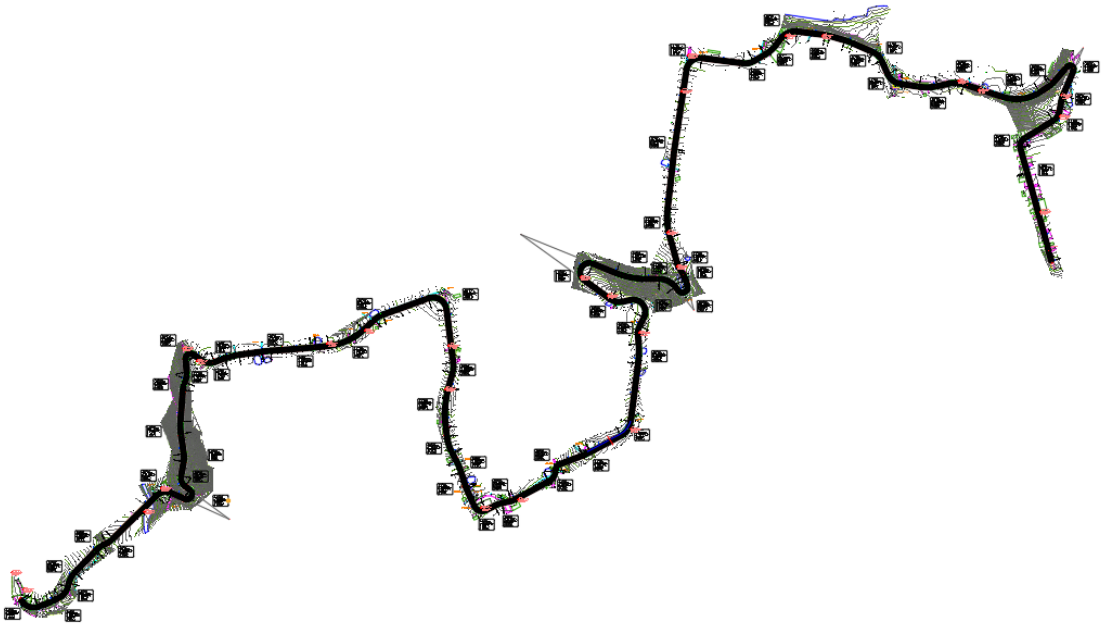


Ilustración 2 Topografía realizada

4.2.3 REFERENCIAS

Las referencias topográficas del proyecto se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Referencias del proyecto

REFERENCIAS VÍA UCHUCAY-SUMAIPAMBA-PLAYAS DE SUMAIPAMBA				
#	NORTE	ESTE	COTA	ID
1	9628753.781	681955.829	1005.378	V-USP-01
2	9628704.352	681989.840	1002.784	V-02
3	9628929.258	682338.569	949.979	V-03
4	9628996.169	682386.766	952.688	V-04
5	9629397.925	682449.455	1021.725	V-05
6	9629360.848	682491.780	1030.380	V-06
7	9629411.177	682867.167	1030.270	V-07
8	9629448.331	682976.377	1028.032	V-08
9	9629405.901	683216.934	1027.875	V-09
10	9629281.644	683207.288	1039.642	V-10
11	9628938.770	683310.769	1063.417	V-USP-02
12	9628963.336	683415.844	1061.250	V-11
13	9629165.547	683740.738	1047.571	V-12
14	9629442.700	683766.764	1030.960	V-13
15	9629550.301	683675.192	1024.854	V-14
16	9629601.408	683596.679	1015.096	V-15
17	9629632.826	683874.603	978.496	V-16
18	9629731.717	683847.286	974.185	V-17
19	9630137.690	683888.808	953.520	V-18
20	9630238.830	683905.976	949.234	V-USP-03
21	9630296.183	684189.134	946.596	V-19
22	9630295.754	684293.066	949.502	V-20
23	9630166.461	684685.384	943.595	V-21
24	9630140.584	684743.751	943.241	V-22
25	9630124.752	684981.620	971.781	V-23
26	9630064.794	684978.182	974.409	V-24
27	9629790.924	684921.868	996.899	V-USP-04
28	9629689.586	684939.826	1002.354	V-25

A continuación, se muestran las referencias indicadas.

Foto 6 Referencia V-02 / V-03

Foto 7 Referencia V-04 / V-05

Foto 8 Referencia V-06 / V-07

Foto 9 Referencia V-08 / V-09

Foto 10 Referencia V-10 / V-12

Foto 11 Referencia V-13 / V-14

Foto 12 Referencia V-15 / V-16

Foto 13 Referencia V-17 / V-18

Foto 14 Referencia V-19 / V-20

Foto 15 Referencia V-21 / V-22

Foto 16 Referencia V-23 / V-24

Foto 17 Referencia V-25

4.3 CLASIFICACIÓN TOPOGRÁFICA

Para este proyecto primeramente caracterizaremos a la topografía en función de su pendiente transversal como lo muestra la Figura1 , en donde se concluye que en general es un terreno categorizado de montañoso.

Categoría	Pendiente Transversal	Movimiento de tierra	Gradiente longitudinal
Terreno Plano	PT≤ 5%	Mínimo movimiento de tierras	Menor al 3%
Terreno Ondulado	5%≤PT≤12%	Moderado movimiento de tierras	Del 3% al 6%
Terreno Montañoso	12%≤PT≤40%	Grandes movimientos de tierra	Del 6% al 8% son comunes
Terreno Escarpado	PT≥40%	Máximo movimiento de tierras	Mayor al 8%

Figura1 Clasificación del Terreno por la topografía. Tabla tomada de (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

5 VEHÍCULO DE DISEÑO

Partiendo de los resultados de los conteos de tráfico indicados en el tomo 2, el vehículo de diseño será un **2DB (camión de 2 ejes)**, en función de la clasificación establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en la normativa NEVI 12,

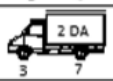
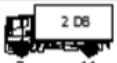
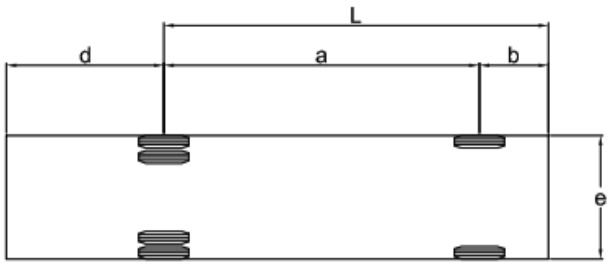
CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					largo	Ancho	Alto
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10

Figura 2 Vehículo de diseño. Tomado de (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2012)

Cabe recalcar que al no poseer longitudes exactas entre ejes que se necesitaran en cálculos posteriores, se obtendrá un equivalente a este vehículo según la normativa INVIAS (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2008), para poder obtener dichas dimensiones como se muestra a continuación.



	CATEGORÍA	a (m)	b (m)	d (m)	e (m)	L (m)
	Vehículo liviano	2.90	0.80	1.30	1.80	3.70
	Bus mediano	6.49	0.76	3.66	2.44	7.25
	Bus grande	7.00	2.70	3.30	2.60	9.70
2	Camión de dos ejes	6.60	1.40	3.20	2.50	8.00
3	Camión de tres ejes o dobletroque	6.55	1.25	3.20	2.50	7.80

Figura 3 Vehículo de diseño equivalente para efectos de cálculo.(Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2008)

6 DISEÑO GEOMÉTRICO

6.1 NORMATIVA

El presente estudio realizará el diseño geométrico horizontal y vertical de la vía, bajo los parámetros técnicos establecidos a la fecha por el MTOP del Ecuador en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras y de caminos vecinales el cual fue preparado por la "T.A.M.S. – ASTEC" y revisadas por el Consorcio de Consultores "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (New Jersey, USA) - PROTECVIA CIA. LTDA. (Quito-Ecuador)" v. 2003, adicionalmente nos apoyaremos en la normativa AASHTO (AASHTO, 2001).

6.2 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA

El inicio del proyecto (0+000), se localiza en la Parroquia San Sebastían de Yuluc Barrio Uchucay, la vía actualmente se encuentra a nivel de material de lastre en un ancho aproximado de 5,00 m. al inicio y 7,00 m. hasta llegar al puente.

Foto 18 Salida de Uchucay (0+000.00). Puente Uchucay (0+525.00 Long=10.00 m.)

Posteriormente en la abscisa 0+525, se encuentra un puente de hormigón armado de 5,5 m de ancho y 15,00 m de longitud.

Se continua con el trazado hasta coronar la meseta en la abscisa 1+000, en donde de igual manera la vía se encuentra a nivel de lastre con un ancho aproximado de 8,30 m reduciéndose a 7,60 m en la llegada a Sumaypamba.

Foto 19 Ascenso Uchucay – Sumaypamba (1+000.00). Descenso a Playas de Sumaypamba (4+400.00)

Pasando Sumaypamba, se desciende hasta la meseta de Sumaypamba en donde la vía tiene un ancho promedio de 6,00 m. y de igual manera se encuentra a nivel de lastre. Finalmente se llega al caserío en el sector Playas de Sumaypamba con un ancho de 6,60 m a nivel de lastre, en donde la vía se empata al acceso asfaltado del recinto militar del sector.

Foto 20 Playas de Sumaipamba llegada (6+500.00)

6.3 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA.

6.3.1 Velocidad de Diseño

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA detalle de cálculo en 12.1.3) obtenido proyectado al año 2043 es de 681 vehículos, que está entre 300 – 1000 Veh, por lo tanto, es una **Vía Colectora de Categoría III**, como se muestra en la Tabla 3, pero debido a la consolidación de la vía se ha pedido por parte de la prefectura de Loja, que se diseñe tomando en cuenta parámetros para una **vía colectora clase categoría IV,** para cumplir con los parámetros de diseño establecidos para dicha categoría.

Tabla 3 Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico Proyectado (MTOP, 2003)

FUNCIÓN	CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA Esperado
Corredor Arterial	R - I o R – II	(Tipo)	>8000
	I	todos	3000 - 8000
	II	todos	1000 - 3000
Colectora	III	todos	300 - 1000
	IV	5,5E,6 y 7	100 - 300
Vecinal	V	4 y 4E	<100

Con este criterio nos dirigimos a la Tabla 4 categorizamos a nuestra vía como de **RELIEVE MONTAÑOSO**, y con nuestro valor de TPDA vehículos obtenemos una velocidad de diseño de **30 km/h.**

Tabla 4 TPDA del proyecto

CATEGORÍA DE LA VÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h											
	BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
	(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R - I o R - II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

La velocidad de diseño es: Velocidad de diseño (Vd) = 30 km/h.

6.3.2 Radio Mínimo

Para establecer nuestro radio mínimo ocupamos la fórmula siguiente:

$$Rm = V^2/127(e_{max} + f_{max}) \qquad (6.1)$$

Por lo que determinamos nuestro e máx. y f máx. según las siguientes tablas (AASHTO, 2001)

Coeficientes de fricción transversal máximos, f_{tmax}

Velocidad de Diseño Km/h	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Coeficientes de fricción transversal máximo ftmax	0,35	0,28	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,08

Figura 4 Coeficientes de fricción transversal(AASHTO, 2001)

Design Speed (km/h)	Limiting Superelevation Rate (%)
20	8
30	8
40	10
50	11
60	11
70	12

Figura 5 Valores de peraltes límites.(AASHTO, 2001)

Con estos valores aplicando la fórmula y obtenemos un valor de 19,69 m. pero se asume como Radio mínimo (r min) = 20,00 m.

6.3.3 Velocidad de Circulación

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo. La relación que existe entre la velocidad de diseño y la de circulación viene dada por:

$$\mathrm{Vc} = 0{,}8\,\mathrm{Vd} + 6{,}5\ (\mathrm{TPDA} < 1000) \qquad (6.2)$$

$$\mathrm{Vc} = (0{,}8 \times 30) + 6{,}5 = \mathbf{30{,}5\ Km/h} \qquad (6.3)$$

Dónde:

Vc= velocidad de circulación (Km/h)

Vd= Velocidad de diseño (Km/h)

6.3.4 Distancia de Visibilidad

La capacidad de visibilidad es de mucha importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, esta distancia puede evaluarse en dos formas:

- Distancia requerida para que un vehículo pueda parar al divisar un obstáculo en la vía.
- Distancia necesaria para que un vehículo pueda rebasar a otro que va en el mismo sentido.

a) Distancia de Visibilidad de Parada (Dp).

Es la requerida para que el conductor pare su vehículo ante la presencia de un obstáculo en su línea de circulación.

Este cálculo primeramente se realiza con la recomendación de la (AASHTO, 2001), en donde recomienda un tiempo de reacción de 2,5 seg. y una tasa de desaceleración de 3,4 m/seg2, en función de las siguientes fórmulas donde Dp = d1+d2

$$d_1 = 0{,}278vt \qquad (6.4)$$

$$d_2 = \frac{v^2}{254\left(\left(\frac{a}{g}\right) \pm G\right)} \qquad (6.5)$$

Donde,

D =Distancia de visibilidad de parada

T = Tiempo de reacción 2,5 segundos

v = Velocidad del vehículo en Km/h

a = Tasa de desaleración en m/seg^2

G = Pendiente longitudinal de la carretera, m/m

g = Acción de la gravedad $9{,}81\ m/s^2$

Obteniendo la siguiente Tabla 5 Mínima distancia de visibilidad de subida y bajada.

Tabla 5 Mínima distancia de visibilidad de subida y bajada(AASHTO, 2001)

Velocidad de diseño (Km/h)	Mínima distancia plano			Minima distancia de visibilidad de subida				Minima distancia de visibilidad de bajada			
	D1 reacción	D2 frenado	0%	4%	6%	8%	10%	-5%	-6%	-8%	-10%
30	20.85	10.22	31.07	30.02	29.56	29.16	28.78	32.80	33.21	34.14	35.22
40	27.80	18.18	45.98	44.09	43.29	42.57	41.91	49.04	49.78	51.43	**53.35**
50	34.75	28.40	63.15	60.21	58.96	57.82	56.79	67.94	69.09	71.67	74.67
60	41.70	40.89	82.59	78.36	76.56	74.92	73.44	89.49	91.16	94.87	99.18
70	48.65	55.66	104.31	98.55	96.10	93.87	91.85	113.69	115.96	121.01	126.88
80	55.60	72.70	128.30	120.78	117.57	114.67	112.02	140.56	143.52	150.12	157.78
90	62.55	92.01	154.56	145.04	140.98	137.31	133.96	170.07	173.83	182.17	191.88

Estos valores obtenidos comparamos con la Tabla 6, con ello se puede apreciar que los valores de cálculo varían con respecto a la normativa aplicada, pero por razones de relieve escarpado se ocupará el normado en (MTOP 2003)

Tabla 6 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo

Criterio de Diseño: pavimentos Mojados

Clase de Carretera					Valor Recomendable L	Valor Recomendable O	Valor Recomendable M	Valor Absoluto L	Valor Absoluto O	Valor Absoluto M
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110
1	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25

— Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría y/o el relieve sea muy difícil (escarpado).

Distancia de parada asumida debido al relieve montañoso Dp = 25,00 m.

b) Distancia de Visibilidad de Rebasamiento. (Dr)

Es aquella distancia que requiere un vehículo que circula a la velocidad de diseño y que va a rebasar a otro vehículo que circula a menor velocidad.

Para ello ocupamos la siguiente formulación obteniendo los valores de la Tabla 7

$d1 = 0{,}278t_1(V-m+at_1/2)$ Donde:

t_1= tiempo de maniobra inicial en segundos
V= Velocidad promedio del vehículo que rebasa Km/h
m= Diferencia de velocidades entre el vehículo rebasado y el que rebasa 15 Km/h
a= Aceleración promedio del vehículo que rebasa Km/h/s

$d2 = 0{,}278Vt_2$ Donde :

V= Velocidad promedio del vehículo que rebasa, en Km/h
t_2= Tiempo empleado por el vehículo que rebasa, ocupando el carril opuesto en seg.

d3= Experimentalmente se ha demostrado que esta distancia varía entre 30 y 90 m.

$d4 = 2/3(d2)=2/3(0{,}278Vt_2)$

Tabla 7 Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

	Velocidad de diseño Vd (km/h)	Rango de valores de rebasamiento			
		50-65	66-80	81-95	96-110
		Promedio de velocidad de rebasamiento km/h			
	30	56.2	70	84.5	99.8
Maniobra inicial					
a=Aceleracion promedio km/h/s	2.16	2.25	2.3	2.37	2.41
t1= Tiempo s	2.84	3.6	4	4.43	4.5
d1= distancia recorrida (m)	14.26	45.29	66.28	92.06	112.87
Ocupacion del carril contrario					
t2= tiempo s	7.97	9.30	10.00	10.70	11.30
d2= distancia recorrida (m)	66.48	145.30	194.60	251.35	313.51
Distancia de seguridad					
d3= distancia recorrida (m)	10.00	30.00	55.00	75.00	90.00
Vehiculo en sentido opuesto					
d4=distancia recorrida (m)	44.32	96.87	129.73	167.57	209.01
Distancia total (m)	**135.06**	**317.45**	**445.61**	**585.98**	**725.39**

Distancia de Rebasamiento Dr = 135,06 m.

6.3.5 Curvas Horizontales

En este punto del diseño se realizó el diseño definitivo en donde se rectificó el eje y se adecuó para cumplir con los parámetros mínimos establecidos anteriormente para ello se comprobaron tangentes intermedias, distancias de visibilidad, radios mínimos, solapes en las transiciones del peralte, etc. En nuestro diseño se ocupó curvas horizontales circulares y espirales en su mayoría, cumpliendo con los parámetros de diseño establecidos salvo en curvas en donde por razones de relieve escarpado y mantenimiento de infraestructura se ocupó radios menores al mínimo, dichos datos y cálculos los podemos ver a continuación.

Tabla 8 Cálculos de puntos Geométricos Horizontal.

PI #	DESCRIPCIÓN	Longitud de la espiral de entrada (m.)	Radio Curva Circular (m.)	Longitud de la espiral de salida (m.)	Angulo de Deflexion decimal	Longitud de Curva Circular (m.)	Tangente Intermedia (m.)	TE	PC / EC	PT / CE	ET
INICIO									0+000.000		
							0.29				
PI#1	CURVA ESPIRAL	21.00	33.00	21.00	71.47	20.16		0+000.291	0+021.291	0+041.455	0+062.455
							13.49				
PI#2	CURVA ESPIRAL	11.00	120.00	11.00	12.74	15.69		0+075.943	0+086.943	0+102.636	0+113.636
							4.46				
PI#3	CURVA ESPIRAL	15.00	50.00	15.00	44.59	23.91		0+118.092	0+133.092	0+157.000	0+172.000
							0.48				
PI#4	CURVA ESPIRAL	16.00	55.00	16.00	28.55	11.40		0+172.481	0+188.481	0+199.885	0+215.885
							78.40				
PI#5	CURVA ESPIRAL	10.00	80.00	10.00	18.38	15.66		0+294.280	0+304.280	0+319.944	0+329.944
							1.73				
PI#6	CURVA ESPIRAL	10.00	80.00	10.00	16.86	13.54		0+331.676	0+341.676	0+355.219	0+365.219
							159.64				
PI#7	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	69.10	28.24		0+524.856	0+544.856	0+573.097	0+593.097
							24.30				
PI#8	CURVA ESPIRAL	20.00	13.50	20.00	170.18	20.10		0+617.400	0+637.400	0+657.499	0+677.499
							1.63				
PI#9	CURVA ESPIRAL	23.00	25.00	23.00	66.56	6.04		0+679.133	0+702.133	0+708.177	0+731.177
							13.68				
PI#10	CURVA ESPIRAL	20.00	120.00	20.00	19.63	21.10		0+744.852	0+764.852	0+785.956	0+805.956
							26.86				
PI#11	CURVA ESPIRAL	20.00	150.00	20.00	13.03	14.11		0+832.817	0+852.817	0+866.924	0+886.924
							81.96				
PI#12	CURVA ESPIRAL	11.00	60.00	11.00	15.61	5.34		0+968.881	0+979.881	0+985.223	0+996.223
							0.20				
PI#13	CURVA ESPIRAL	11.00	60.00	11.00	26.65	16.91		0+996.427	1+007.427	1+024.335	1+035.335
							19.94				
PI#14	CURVA ESPIRAL	20.00	13.00	20.00	134.20	10.45		1+055.275	1+075.275	1+085.723	1+105.723
							11.32				
PI#15	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	58.15	20.60		1+117.043	1+137.043	1+157.642	1+177.642
							18.67				
PI#16	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	13.04	45.53		1+196.315	1+196.315	1+241.842	1+241.842
							66.27				
PI#17	CURVA CIRCULAR	0.00	400.00	0.00	3.36	23.45		1+308.109	1+308.109	1+331.556	1+331.556
							111.47				
PI#18	CURVA CIRCULAR	0.00	400.00	0.00	3.49	24.35		1+443.030	1+443.030	1+467.381	1+467.381
							38.97				
PI#19	CURVA ESPIRAL	0.00	170.00	0.00	34.28	101.70		1+506.351	1+506.351	1+608.048	1+608.048
							26.07				
PI#20	CURVA ESPIRAL	26.00	110.00	26.00	22.29	16.80		1+634.114	1+660.114	1+676.911	1+702.911
							114.81				
PI#21	CURVA ESPIRAL	30.00	30.00	30.00	102.66	23.75		1+817.718	1+847.718	1+871.471	1+901.471
							134.84				
PI#22	CURVA ESPIRAL	20.00	100.00	20.00	22.31	18.94		2+036.308	2+056.308	2+075.252	2+095.252
							26.82				
PI#23	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	22.73	119.00		2+122.067	2+122.067	2+241.062	2+241.062
							20.65				
PI#24	CURVA ESPIRAL	20.00	110.00	20.00	20.79	19.91		2+261.711	2+281.711	2+301.617	2+321.617
							17.88				
PI#25	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	10.72	37.43		2+339.494	2+339.494	2+376.921	2+376.921
							28.74				

PI#26	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	6.97	36.48		2+405.665	2+405.665	2+442.149	2+442.149
							26.51				
PI#27	CURVA ESPIRAL	23.00	25.00	23.00	92.43	17.33		2+468.660	2+491.660	2+508.991	2+531.991
							6.38				
PI#28	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	13.99	9.42		2+538.375	2+553.375	2+562.798	2+577.798
							2.98				
PI#29	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	16.44	13.69		2+580.776	2+595.776	2+609.462	2+624.462
							41.04				
PI#30	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	2.90	15.20		2+665.504	2+665.504	2+680.704	2+680.704
							40.29				
PI#31	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	53.95	8.83		2+720.997	2+730.997	2+739.830	2+749.830
							6.02				
PI#32	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	59.43	10.75		2+755.850	2+765.850	2+776.596	2+786.596
							58.06				
PI#33	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	7.11	37.23		2+844.652	2+844.652	2+881.877	2+881.877
							83.36				
PI#34	CURVA ESPIRAL	25.00	50.00	25.00	54.52	22.58		2+965.241	2+990.241	3+012.820	3+037.820
							153.04				
PI#35	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	12.07	63.18		3+190.855	3+190.855	3+254.033	3+254.033
							9.34				
PI#36	CURVA ESPIRAL	20.00	60.00	20.00	31.89	13.40		3+263.374	3+283.374	3+296.770	3+316.770
							7.06				
PI#37	CURVA ESPIRAL	21.00	32.00	21.00	129.28	51.20		3+323.827	3+344.827	3+396.031	3+417.031
							7.95				
PI#38	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	48.37	13.77		3+424.985	3+444.985	3+458.751	3+478.751
							73.36				
PI#39	CURVA ESPIRAL	23.00	27.00	23.00	166.54	55.48		3+552.110	3+575.110	3+630.588	3+653.588
							51.49				
PI#40	CURVA CIRCULAR	0.00	250.00	0.00	22.20	96.85		3+705.074	3+705.074	3+801.923	3+801.923
							34.57				
PI#41	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	49.22	14.36		3+836.493	3+856.493	3+870.853	3+890.853
							17.06				
PI#42	CURVA ESPIRAL	15.00	10.00	15.00	149.18	11.04		3+907.916	3+922.916	3+933.952	3+948.952
							6.58				
PI#43	CURVA ESPIRAL	15.00	70.00	15.00	22.05	11.94		3+955.534	3+970.534	3+982.478	3+997.478
							6.21				
PI#44	CURVA ESPIRAL	13.00	80.00	13.00	16.37	9.86		4+003.690	4+016.690	4+026.550	4+039.550
							69.91				
PI#45	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	21.72	75.82		4+109.457	4+109.457	4+185.273	4+185.273
							163.60				
PI#46	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	1.96	10.27		4+348.874	4+348.874	4+359.148	4+359.148
							228.03				
PI#47	CURVA ESPIRAL	22.00	30.00	22.00	88.61	24.40		4+587.177	4+609.177	4+633.575	4+655.575
							103.65				
PI#48	CURVA ESPIRAL	20.00	60.00	20.00	37.15	18.90		4+759.227	4+779.227	4+798.128	4+818.128
							17.53				
PI#49	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	21.89	23.20		4+835.660	4+850.660	4+873.861	4+888.861
							16.04				
PI#50	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	65.97	26.06		4+904.905	4+924.905	4+950.962	4+970.962
							19.09				
PI#51	CURVA ESPIRAL	10.00	65.00	10.00	20.57	13.33		4+990.047	5+000.047	5+013.379	5+023.379
							1.37				
PI#52	CURVA ESPIRAL	16.00	60.00	16.00	24.95	10.13		5+024.744	5+040.744	5+050.870	5+066.870
							37.12				
PI#53	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	4.57	23.95		5+103.985	5+103.985	5+127.934	5+127.934
							52.90				
PI#54	CURVA ESPIRAL	19.00	40.00	19.00	41.46	9.94		5+180.833	5+199.833	5+209.777	5+228.777
							70.84				
PI#55	CURVA ESPIRAL	10.00	10.00	10.00	99.19	7.31		5+299.616	5+309.616	5+316.928	5+326.928
							2.80				
PI#56	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	46.34	6.18		5+329.723	5+339.723	5+345.899	5+355.899
							19.19				
PI#57	CURVA ESPIRAL	20.00	130.00	20.00	25.16	37.09		5+375.084	5+395.084	5+432.177	5+452.177
							15.86				
PI#58	CURVA ESPIRAL	15.00	70.00	15.00	31.40	23.36		5+468.035	5+483.035	5+506.397	5+521.397
							107.80				
PI#59	CURVA ESPIRAL	20.00	120.00	20.00	50.97	86.75		5+629.197	5+649.197	5+735.950	5+755.950
							12.88				
PI#60	CURVA ESPIRAL	13.00	80.00	13.00	16.25	9.70		5+768.827	5+781.827	5+791.522	5+804.522
							48.30				
PI#61	CURVA ESPIRAL	10.00	10.00	10.00	162.70	18.40		5+852.817	5+862.817	5+881.213	5+891.213
							59.81				
PI#62	CURVA ESPIRAL	15.00	120.00	15.00	14.10	14.54		5+951.024	5+966.024	5+980.560	5+995.560
							7.32				
PI#63	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	49.07	14.26		6+002.882	6+022.882	6+037.139	6+057.139
							71.71				
PI#64	CURVA ESPIRAL	22.00	30.00	22.00	74.16	16.83		6+128.849	6+150.849	6+167.677	6+189.677
							57.56				
PI#65	CURVA CIRCULAR	0.00	500.00	0.00	0.34	2.97		6+247.240	6+247.240	6+250.206	6+250.206
FIN							260.15				6+510.357

6.3.6 Comprobación de espirales calculadas.

Se comprobó las longitudes de transición, en función de la longitud mínima y máxima de la longitud Le, para una adecuada transición del peralte, para ello se ocupó las siguientes fórmulas.

$$L_e \leq \frac{ae_c}{m_{min}}$$

Cumpliendo a cabalidad los requerimientos en todas las curvas espirales, como se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9 Comprobación de espirales Calculadas.

						(1) LONGITUD MIN. ESPIRAL EN FUNCION (TRANSICIÓN DEL PERALTE)			
PI #	LE1	RADIO CIRCULAR	LE2	e calculado	e asumido	Con el valor máximo de m Le min		Con el valor mímima de m Le max	
1	21.00	33.00	21.00	6.76%	6.80%	20.63	OK	68.00	OK
2	11.00	120.00	11.00	2.44%	2.50%	10.55	OK	25.00	OK
3	15.00	50.00	15.00	5.12%	4.40%	15.00	OK	44.00	OK
4	16.00	55.00	16.00	4.76%	4.80%	15.94	OK	48.00	OK
5	10.00	70.00	10.00	3.92%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
6	10.00	70.00	10.00	3.92%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
7	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
8	20.00	13.50	20.00	6.15%	6.20%	19.22	OK	62.00	OK
9	23.00	25.00	23.00	7.68%	7.70%	22.73	OK	77.00	OK
10	20.00	120.00	20.00	2.44%	2.50%	10.55	OK	25.00	OK
11	20.00	150.00	20.00	1.99%	2.00%	9.38	OK	20.00	OK
12	11.00	60.00	11.00	4.44%	2.60%	10.78	OK	26.00	OK
13	11.00	60.00	11.00	4.44%	2.60%	10.78	OK	26.00	OK
14	20.00	13.00	20.00	5.68%	5.70%	18.05	OK	57.00	OK
15	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
16	0.00	200.00	0.00	1.52%	0.00%				
17	0.00	400.00	0.00	0.78%	0.00%				
18	0.00	400.00	0.00	0.78%	0.00%				
19	0.00	170.00	0.00	1.77%	0.00%				
20	26.00	110.00	26.00	2.64%	2.70%	11.02	OK	27.00	OK
21	30.00	30.00	30.00	7.11%	7.20%	21.56	OK	72.00	OK
22	20.00	100.00	20.00	2.88%	2.90%	11.48	OK	29.00	OK
23	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
24	20.00	110.00	20.00	2.64%	2.70%	11.02	OK	27.00	OK
25	0.00	200.00	0.00	1.52%	0.00%				

26	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
27	23.00	25.00	23.00	7.68%	7.70%	22.73	OK	77.00	OK
28	15.00	100.00	15.00	2.88%	2.90%	11.48	OK	29.00	OK
29	15.00	100.00	15.00	2.88%	2.90%	11.48	OK	29.00	OK
30	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
31	10.00	20.00	10.00	8.00%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
32	10.00	20.00	10.00	8.00%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
33	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
34	25.00	50.00	25.00	5.12%	5.20%	16.88	OK	52.00	OK
35	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
36	20.00	60.00	20.00	4.44%	4.50%	15.23	OK	45.00	OK
37	21.00	32.00	21.00	6.88%	6.90%	20.86	OK	69.00	OK
38	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
39	23.00	27.00	23.00	7.46%	7.50%	22.27	OK	75.00	OK
40	0.00	250.00	0.00	1.23%	0.00%				
41	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
42	15.00	10.00	15.00	0.00%	4.40%	15.00	OK	44.00	OK
43	15.00	70.00	15.00	3.92%	4.00%	14.06	OK	40.00	OK
44	13.00	80.00	13.00	3.50%	3.50%	12.89	OK	35.00	OK
45	0.00	200.00	0.00	1.52%	0.00%				
46	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
47	22.00	30.00	22.00	7.11%	7.20%	21.56	OK	72.00	OK
48	20.00	60.00	20.00	4.44%	4.50%	15.23	OK	45.00	OK
49	15.00	100.00	15.00	2.88%	2.90%	11.48	OK	29.00	OK
50	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
51	10.00	65.00	10.00	4.17%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
52	16.00	60.00	16.00	4.44%	4.50%	15.23	OK	45.00	OK
53	0.00	300.00	0.00	1.03%	0.00%				
54	19.00	40.00	19.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
55	10.00	10.00	10.00	0.00%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
56	10.00	20.00	10.00	8.00%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
57	20.00	130.00	20.00	2.27%	2.30%	10.08	OK	23.00	OK
58	15.00	70.00	15.00	3.92%	4.00%	14.06	OK	40.00	OK
59	20.00	120.00	20.00	2.44%	2.50%	10.55	OK	25.00	OK
60	13.00	80.00	13.00	3.50%	3.50%	12.89	OK	35.00	OK
61	10.00	10.00	10.00	0.00%	2.20%	9.84	OK	22.00	OK
62	15.00	120.00	15.00	2.44%	2.50%	10.55	OK	25.00	OK
63	20.00	40.00	20.00	6.00%	6.00%	18.75	OK	60.00	OK
64	22.00	30.00	22.00	7.11%	7.20%	21.56	OK	72.00	OK
65	0.00	500.00	0.00	0.63%	0.00%				

6.3.7 Cálculo del Peralte, Sobreancho y Longitudes de transición.

Para el cálculo del peralte se ocupó la siguiente fórmula la cual se desprende del método 5 de la (AASHTO, 2001)

$$e = emax - emax\left(\frac{R - Rmin}{R}\right)^2 \qquad (6.6)$$

Según lo expuesto en 6.3.2 nuestro peralte e máx. es 8,0 %, y R min 30 m.

El cálculo del desarrollo del peralte se lo realizo haciendo girar la calzada alrededor de su eje (recomendado para terrenos montañosos), ocupando el valor de la gradiente relativa longitudinal en función de la Tabla 10, siendo 1,28 %, con este valor y con nuestro ancho de carril de 3,00 m. y bombeo de vía del 2%, se calculó los valores de nuestra longitud de aplanamiento (x) y longitud de transición (L), cabe recalcar que la longitud de aplanamiento en la transición del peralte se desarrollara 100% dentro de las espirales debido al tipo de terreno.

Tabla 10 Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de calzada respecto al eje.

Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de calzada respecto al eje

Velocidad Específica V_{CH} (Km/h)	Pendiente relativa de los bordes con respecto al eje de la vía ***m***	
	Máxima %	Mínima %
20	1,35	0,1 (carril)
30	1,28	
40	0,96	
50	0,77	
60	0,60	
70	0,55	
80	0,50	
90	0,47	
100	0,44	
110	0,41	
120	0,38	
130	0,35	

Fuente: Instituto Nacional de Vías. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogota 2008

El cálculo del sobreancho se realizó en función del vehículo tipo determinado anteriormente en el punto 5, cuya longitud L es de 8,00 m. para ello se ocupó la siguiente relación

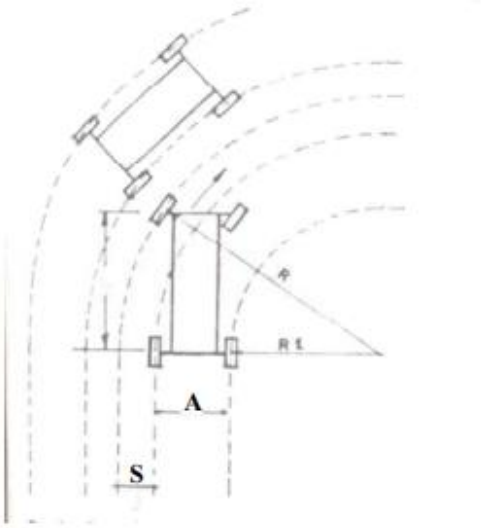


Figura 6 Calculo del Sobreancho

$$R1 + A = \sqrt{R^2 - L^2} \quad (6.7)$$

$$R1 + A = R - s \quad (6.8)$$

$$R - S = \sqrt{R^2 - L^2} \quad (6.9)$$

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (6.10)$$

Donde,

$R =$ Radio de la curva, m

$A =$ Ancho del vehículo, m

$S =$ Sobreancho, m

$V =$ Velocidad de diseño, Km/h

$n =$ Número de carriles

Cabe recalcar que el peralte y sobreancho en algunos puntos se redujo para mantener las condiciones actuales de la vía dichos cálculos lo podemos ver en la Tabla 11.

Tabla 11 Cálculo de puntos geométricos de transición del Peralte.

PI #	DESCRIPCIÓN	Longitud de la espiral de entrada (m.)	Radio Curva Circular (m.)	Longitud de la espiral de salida (m.)	Longitud de Curva Circular (m.)	Tangente Intermedia (m.)	Peralte calculado	Peralte ASUMIDO	x(aplanamiento)	L	Lt	PENDIENTE DE BORDE NUEVA 100 % DENTRO	PC				PT				
													IO/TE	I1	I2	I3 / EC	CC	I3´ / CE	I2´	I1´	I0´/ET
INICIO						0.29															
PI#1	CURVA ESPIRAL	21.00	33.00	21.00	20.16		6.76%	6.80%	4.773	16.227	21.000	1.257%	0+000.291	0+005.064	0+009.836	0+021.291	0+031.373	0+041.455	0+052.910	0+057.682	0+062.455
						13.49															
PI#2	CURVA ESPIRAL	11.00	120.00	11.00	15.69		2.44%	2.50%	4.889	6.111	11.000	1.227%	0+075.943	0+080.832	0+085.721	0+086.943	0+094.790	0+102.636	0+103.858	0+108.747	0+113.636
						4.46															
PI#3	CURVA ESPIRAL	15.00	50.00	15.00	23.91		5.12%	4.40%	4.688	10.313	15.000	1.280%	0+118.092	0+122.780	0+127.467	0+133.092	0+145.046	0+157.000	0+162.625	0+167.313	0+172.000
						0.48															
PI#4	CURVA ESPIRAL	16.00	55.00	16.00	11.40		4.76%	4.80%	4.706	11.294	16.000	1.275%	0+172.481	0+177.187	0+181.893	0+188.481	0+194.183	0+199.885	0+206.473	0+211.179	0+215.885
						78.40															
PI#5	CURVA ESPIRAL	10.00	80.00	10.00	15.66		3.50%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	0+294.280	0+299.042	0+303.804	0+304.280	0+312.112	0+319.944	0+320.420	0+325.182	0+329.944
						1.73															
PI#6	CURVA ESPIRAL	10.00	80.00	10.00	13.54		3.50%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	0+331.676	0+336.438	0+341.200	0+341.676	0+348.448	0+355.219	0+355.695	0+360.457	0+365.219
						159.64															
PI#7	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	28.24		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	0+524.856	0+529.856	0+534.856	0+544.856	0+558.977	0+573.097	0+583.097	0+588.097	0+593.097
						24.30															
PI#8	CURVA ESPIRAL	20.00	13.50	20.00	20.10		6.15%	6.20%	4.878	15.122	20.000	1.230%	0+617.400	0+622.278	0+627.156	0+637.400	0+647.450	0+657.499	0+667.743	0+672.621	0+677.499
						1.63															
PI#9	CURVA ESPIRAL	23.00	25.00	23.00	6.04		7.68%	7.70%	4.742	18.258	23.000	1.265%	0+679.133	0+683.875	0+688.618	0+702.133	0+705.155	0+708.177	0+721.692	0+726.435	0+731.177
						13.68															
PI#10	CURVA ESPIRAL	20.00	120.00	20.00	21.10		2.44%	2.50%	8.889	11.111	20.000	0.675%	0+744.852	0+753.741	0+762.630	0+764.852	0+775.404	0+785.956	0+788.178	0+797.067	0+805.956
						26.86															
PI#11	CURVA ESPIRAL	20.00	150.00	20.00	14.11		1.99%	2.00%	10.000	10.000	20.000	0.600%	0+832.817	0+842.817	0+852.817	0+852.817	0+859.871	0+866.924	0+866.924	0+876.924	0+886.924
						81.96															
PI#12	CURVA ESPIRAL	11.00	60.00	11.00	5.34		4.44%	2.60%	4.783	6.217	11.000	1.255%	0+968.881	0+973.664	0+978.446	0+979.881	0+982.552	0+985.223	0+986.658	0+991.440	0+996.223
						0.20															
PI#13	CURVA ESPIRAL	11.00	60.00	11.00	16.91		4.44%	2.60%	4.783	6.217	11.000	1.255%	0+996.427	1+001.210	1+005.992	1+007.427	1+015.881	1+024.335	1+025.770	1+030.552	1+035.335
						19.94															
PI#14	CURVA ESPIRAL	20.00	13.00	20.00	10.45		5.68%	5.70%	5.195	14.805	20.000	1.155%	1+055.275	1+060.470	1+065.665	1+075.275	1+080.499	1+085.723	1+095.333	1+100.528	1+105.723
						11.32															
PI#15	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	20.60		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	1+117.043	1+122.043	1+127.043	1+137.043	1+147.343	1+157.642	1+167.642	1+172.642	1+177.642
						18.67															
PI#16	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	45.53		1.52%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	1+196.315	1+196.315	1+196.315	1+196.315	1+219.079	1+241.842	1+241.842	1+241.842	1+241.842
						66.27															
PI#17	CURVA CIRCULAR	0.00	400.00	0.00	23.45		0.78%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	1+308.109	1+308.109	1+308.109	1+308.109	1+319.833	1+331.556	1+331.556	1+331.556	1+331.556
						111.47															
PI#18	CURVA CIRCULAR	0.00	400.00	0.00	24.35		0.78%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	1+443.030	1+443.030	1+443.030	1+443.030	1+455.206	1+467.381	1+467.381	1+467.381	1+467.381
						38.97															
PI#19	CURVA ESPIRAL	0.00	170.00	0.00	101.70		1.77%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	1+506.351	1+506.351	1+506.351	1+506.351	1+557.200	1+608.048	1+608.048	1+608.048	1+608.048
						26.07															
PI#20	CURVA ESPIRAL	26.00	110.00	26.00	16.80		2.64%	2.70%	11.064	14.936	26.000	0.542%	1+634.114	1+645.178	1+656.242	1+660.114	1+668.513	1+676.911	1+680.783	1+691.847	1+702.911
						114.81															

PI#21	CURVA ESPIRAL	30.00	30.00	30.00	23.75		7.11%	7.20%	6.522	23.478	30.000	0.920%	1+817.718	1+824.240	1+830.761	1+847.718	1+859.595	1+871.471	1+888.428	1+894.949	1+901.471
						134.84															
PI#22	CURVA ESPIRAL	20.00	100.00	20.00	18.94		2.88%	2.90%	8.163	11.837	20.000	0.735%	2+036.308	2+044.471	2+052.635	2+056.308	2+065.780	2+075.252	2+078.925	2+087.089	2+095.252
						26.82															
PI#23	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	119.00		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	2+122.067	2+122.067	2+122.067	2+122.067	2+181.565	2+241.062	2+241.062	2+241.062	2+241.062
						20.65															
PI#24	CURVA ESPIRAL	20.00	110.00	20.00	19.91		2.64%	2.70%	8.511	11.489	20.000	0.705%	2+261.711	2+270.222	2+278.732	2+281.711	2+291.664	2+301.617	2+304.596	2+313.106	2+321.617
						17.88															
PI#25	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	37.43		1.52%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	2+339.494	2+339.494	2+339.494	2+339.494	2+358.208	2+376.921	2+376.921	2+376.921	2+376.921
						28.74															
PI#26	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	36.48		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	2+405.665	2+405.665	2+405.665	2+405.665	2+423.907	2+442.149	2+442.149	2+442.149	2+442.149
						26.51															
PI#27	CURVA ESPIRAL	23.00	25.00	23.00	17.33		7.68%	7.70%	4.742	18.258	23.000	1.265%	2+468.660	2+473.402	2+478.145	2+491.660	2+500.326	2+508.991	2+522.506	2+527.249	2+531.991
						6.38															
PI#28	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	9.42		2.88%	2.90%	6.122	8.878	15.000	0.980%	2+538.375	2+544.497	2+550.620	2+553.375	2+558.087	2+562.798	2+565.553	2+571.676	2+577.798
						2.98															
PI#29	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	13.69		2.88%	2.90%	6.122	8.878	15.000	0.980%	2+580.776	2+586.898	2+593.021	2+595.776	2+602.619	2+609.462	2+612.217	2+618.340	2+624.462
						41.04															
PI#30	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	15.20		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	2+665.504	2+665.504	2+665.504	2+665.504	2+673.104	2+680.704	2+680.704	2+680.704	2+680.704
						40.29															
PI#31	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	8.83		8.00%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	2+720.997	2+725.759	2+730.521	2+730.997	2+735.414	2+739.830	2+740.306	2+745.068	2+749.830
						6.02															
PI#32	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	10.75		8.00%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	2+755.850	2+760.612	2+765.374	2+765.850	2+771.223	2+776.596	2+777.072	2+781.834	2+786.596
						58.06															
PI#33	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	37.23		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	2+844.652	2+844.652	2+844.652	2+844.652	2+863.265	2+881.877	2+881.877	2+881.877	2+881.877
						83.36															
PI#34	CURVA ESPIRAL	25.00	50.00	25.00	22.58		5.12%	5.20%	6.944	18.056	25.000	0.864%	2+965.241	2+972.185	2+979.130	2+990.241	3+001.531	3+012.820	3+023.931	3+030.876	3+037.820
						153.04															
PI#35	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	63.18		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	3+190.855	3+190.855	3+190.855	3+190.855	3+222.444	3+254.033	3+254.033	3+254.033	3+254.033
						9.34															
PI#36	CURVA ESPIRAL	20.00	60.00	20.00	13.40		4.44%	4.50%	6.154	13.846	20.000	0.975%	3+263.374	3+269.528	3+275.682	3+283.374	3+290.072	3+296.770	3+304.462	3+310.616	3+316.770
						7.06															
PI#37	CURVA ESPIRAL	21.00	32.00	21.00	51.20		6.88%	6.90%	4.719	16.281	21.000	1.271%	3+323.827	3+328.546	3+333.265	3+344.827	3+370.429	3+396.031	3+407.593	3+412.312	3+417.031
						7.95															
PI#38	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	13.77		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	3+424.985	3+429.985	3+434.985	3+444.985	3+451.868	3+458.751	3+468.751	3+473.751	3+478.751
						73.36															
PI#39	CURVA ESPIRAL	23.00	27.00	23.00	55.48		7.46%	7.50%	4.842	18.158	23.000	1.239%	3+552.110	3+556.952	3+561.794	3+575.110	3+602.849	3+630.588	3+643.904	3+648.746	3+653.588
						51.49															
PI#40	CURVA CIRCULAR	0.00	250.00	0.00	96.85		1.23%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	3+705.074	3+705.074	3+705.074	3+705.074	3+753.499	3+801.923	3+801.923	3+801.923	3+801.923
						34.57															
PI#41	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	14.36		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	3+836.493	3+841.493	3+846.493	3+856.493	3+863.673	3+870.853	3+880.853	3+885.853	3+890.853
						17.06															
PI#42	CURVA ESPIRAL	15.00	10.00	15.00	11.04		8.00%	4.40%	4.688	10.313	15.000	1.280%	3+907.916	3+912.604	3+917.291	3+922.916	3+928.434	3+933.952	3+939.577	3+944.265	3+948.952
						6.58															

PI#43	CURVA ESPIRAL	15.00	70.00	15.00	11.94		3.92%	4.00%	5.000	10.000	15.000	1.200%	3+955.534	3+960.534	3+965.534	3+970.534	3+976.506	3+982.478	3+987.478	3+992.478	3+997.478
						6.21															
PI#44	CURVA ESPIRAL	13.00	80.00	13.00	9.86		3.50%	3.50%	4.727	8.273	13.000	1.269%	4+003.690	4+008.417	4+013.145	4+016.690	4+021.620	4+026.550	4+030.095	4+034.823	4+039.550
						69.91															
PI#45	CURVA CIRCULAR	0.00	200.00	0.00	75.82		1.52%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	4+109.457	4+109.457	4+109.457	4+109.457	4+147.365	4+185.273	4+185.273	4+185.273	4+185.273
						163.60															
PI#46	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	10.27		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	4+348.874	4+348.874	4+348.874	4+348.874	4+354.011	4+359.148	4+359.148	4+359.148	4+359.148
						228.03															
PI#47	CURVA ESPIRAL	22.00	30.00	22.00	24.40		7.11%	7.20%	4.783	17.217	22.000	1.255%	4+587.177	4+591.960	4+596.742	4+609.177	4+621.376	4+633.575	4+646.010	4+650.792	4+655.575
						103.65															
PI#48	CURVA ESPIRAL	20.00	60.00	20.00	18.90		4.44%	4.50%	6.154	13.846	20.000	0.975%	4+759.227	4+765.381	4+771.535	4+779.227	4+788.678	4+798.128	4+805.820	4+811.974	4+818.128
						17.53															
PI#49	CURVA ESPIRAL	15.00	100.00	15.00	23.20		2.88%	2.90%	6.122	8.878	15.000	0.980%	4+835.660	4+841.782	4+847.905	4+850.660	4+862.261	4+873.861	4+876.616	4+882.739	4+888.861
						16.04															
PI#50	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	26.06		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	4+904.905	4+909.905	4+914.905	4+924.905	4+937.934	4+950.962	4+960.962	4+965.962	4+970.962
						19.09															
PI#51	CURVA ESPIRAL	10.00	65.00	10.00	13.33		4.17%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	4+990.047	4+994.809	4+999.571	5+000.047	5+006.713	5+013.379	5+013.855	5+018.617	5+023.379
						1.37															
PI#52	CURVA ESPIRAL	16.00	60.00	16.00	10.13		4.44%	4.50%	4.923	11.077	16.000	1.219%	5+024.744	5+029.667	5+034.590	5+040.744	5+045.807	5+050.870	5+057.024	5+061.947	5+066.870
						37.12															
PI#53	CURVA CIRCULAR	0.00	300.00	0.00	23.95		1.03%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	5+103.985	5+103.985	5+103.985	5+103.985	5+115.960	5+127.934	5+127.934	5+127.934	5+127.934
						52.90															
PI#54	CURVA ESPIRAL	19.00	40.00	19.00	9.94		6.00%	6.00%	4.750	14.250	19.000	1.263%	5+180.833	5+185.583	5+190.333	5+199.833	5+204.805	5+209.777	5+219.277	5+224.027	5+228.777
						70.84															
PI#55	CURVA ESPIRAL	10.00	10.00	10.00	7.31		8.00%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	5+299.616	5+304.378	5+309.140	5+309.616	5+313.272	5+316.928	5+317.404	5+322.166	5+326.928
						2.80															
PI#56	CURVA ESPIRAL	10.00	20.00	10.00	6.18		8.00%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	5+329.723	5+334.485	5+339.247	5+339.723	5+342.811	5+345.899	5+346.375	5+351.137	5+355.899
						19.19															
PI#57	CURVA ESPIRAL	20.00	130.00	20.00	37.09		2.27%	2.30%	9.302	10.698	20.000	0.645%	5+375.084	5+384.386	5+393.689	5+395.084	5+413.631	5+432.177	5+433.572	5+442.875	5+452.177
						15.86															
PI#58	CURVA ESPIRAL	15.00	70.00	15.00	23.36		3.92%	4.00%	5.000	10.000	15.000	1.200%	5+468.035	5+473.035	5+478.035	5+483.035	5+494.716	5+506.397	5+511.397	5+516.397	5+521.397
						107.80															
PI#59	CURVA ESPIRAL	20.00	120.00	20.00	86.75		2.44%	2.50%	8.889	11.111	20.000	0.675%	5+629.197	5+638.086	5+646.975	5+649.197	5+692.574	5+735.950	5+738.172	5+747.061	5+755.950
						12.88															
PI#60	CURVA ESPIRAL	13.00	80.00	13.00	9.70		3.50%	3.50%	4.727	8.273	13.000	1.269%	5+768.827	5+773.554	5+778.282	5+781.827	5+786.675	5+791.522	5+795.067	5+799.795	5+804.522
						48.30															
PI#61	CURVA ESPIRAL	10.00	10.00	10.00	18.40		8.00%	2.20%	4.762	5.238	10.000	1.260%	5+852.817	5+857.579	5+862.341	5+862.817	5+872.015	5+881.213	5+881.689	5+886.451	5+891.213
						59.81															
PI#62	CURVA ESPIRAL	15.00	120.00	15.00	14.54		2.44%	2.50%	6.667	8.333	15.000	0.900%	5+951.024	5+957.691	5+964.357	5+966.024	5+973.292	5+980.560	5+982.227	5+988.893	5+995.560
						7.32															
PI#63	CURVA ESPIRAL	20.00	40.00	20.00	14.26		6.00%	6.00%	5.000	15.000	20.000	1.200%	6+002.882	6+007.882	6+012.882	6+022.882	6+030.011	6+037.139	6+047.139	6+052.139	6+057.139
						71.71															
PI#64	CURVA ESPIRAL	22.00	30.00	22.00	16.83		7.11%	7.20%	4.783	17.217	22.000	1.255%	6+128.849	6+133.632	6+138.414	6+150.849	6+159.263	6+167.677	6+180.112	6+184.894	6+189.677
						57.56															
PI#65	CURVA CIRCULAR	0.00	500.00	0.00	2.97		0.63%	0.00%	0.000	0.000	0.000	0.000%	6+247.240	6+247.240	6+247.240	6+247.240	6+248.723	6+250.206	6+250.206	6+250.206	6+250.206
FIN						260.15															

Tabla 12 Resumen de Peraltes y Sobreanchos.

PI #	DETALLE	Radio Curva Circular (m.)	Peralte asumido (%.)	Sobre Ancho Total Asumido (m.)
PI#1	CURVA ESPIRAL	33	6.80%	0.00
PI#2	CURVA ESPIRAL	120	2.50%	0.00
PI#3	CURVA ESPIRAL	50	4.40%	0.00
PI#4	CURVA ESPIRAL	55	4.80%	0.00
PI#5	CURVA ESPIRAL	80	2.20%	0.00
PI#6	CURVA ESPIRAL	80	2.20%	0.00
PI#7	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#8	CURVA ESPIRAL	13.5	6.20%	2.60
PI#9	CURVA ESPIRAL	25	7.70%	1.30
PI#10	CURVA ESPIRAL	120	2.50%	0.00
PI#11	CURVA ESPIRAL	150	2.00%	0.00
PI#12	CURVA ESPIRAL	60	2.60%	0.00
PI#13	CURVA ESPIRAL	60	2.60%	0.00
PI#14	CURVA ESPIRAL	13	5.70%	2.75
PI#15	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#16	CURVA CIRCULAR	200	0.00%	0.00
PI#17	CURVA CIRCULAR	400	0.00%	0.00
PI#18	CURVA CIRCULAR	400	0.00%	0.00
PI#19	CURVA ESPIRAL	170	0.00%	0.00
PI#20	CURVA ESPIRAL	110	2.70%	0.00
PI#21	CURVA ESPIRAL	30	7.20%	1.10
PI#22	CURVA ESPIRAL	100	2.90%	0.00
PI#23	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#24	CURVA ESPIRAL	110	2.70%	0.00
PI#25	CURVA CIRCULAR	200	0.00%	0.00
PI#26	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#27	CURVA ESPIRAL	25	7.70%	0.00
PI#28	CURVA ESPIRAL	100	2.90%	0.00
PI#29	CURVA ESPIRAL	100	2.90%	0.00
PI#30	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#31	CURVA ESPIRAL	20	2.20%	0.00
PI#32	CURVA ESPIRAL	20	2.20%	0.00
PI#33	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#34	CURVA ESPIRAL	50	5.20%	0.65
PI#35	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#36	CURVA ESPIRAL	60	4.50%	0.55
PI#37	CURVA ESPIRAL	32	6.90%	1.00
PI#38	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#39	CURVA ESPIRAL	27	7.50%	1.20
PI#40	CURVA CIRCULAR	250	0.00%	0.00
PI#41	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#42	CURVA ESPIRAL	10	4.40%	2.00
PI#43	CURVA ESPIRAL	70	4.00%	0.00
PI#44	CURVA ESPIRAL	80	3.50%	0.00
PI#45	CURVA CIRCULAR	200	0.00%	0.00
PI#46	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#47	CURVA ESPIRAL	30	7.20%	1.10
PI#48	CURVA ESPIRAL	60	4.50%	0.55
PI#49	CURVA ESPIRAL	100	2.90%	0.00
PI#50	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#51	CURVA ESPIRAL	65	2.20%	0.00
PI#52	CURVA ESPIRAL	60	4.50%	0.00
PI#53	CURVA CIRCULAR	300	0.00%	0.00
PI#54	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.80
PI#55	CURVA ESPIRAL	10	2.20%	1.00
PI#56	CURVA ESPIRAL	20	2.20%	1.00
PI#57	CURVA ESPIRAL	130	2.30%	0.00
PI#58	CURVA ESPIRAL	70	4.00%	0.00
PI#59	CURVA ESPIRAL	120	2.50%	0.00
PI#60	CURVA ESPIRAL	80	3.50%	0.00
PI#61	CURVA ESPIRAL	10	2.20%	3.00
PI#62	CURVA ESPIRAL	120	2.50%	0.00
PI#63	CURVA ESPIRAL	40	6.00%	0.00
PI#64	CURVA ESPIRAL	30	7.20%	0.00
PI#65	CURVA CIRCULAR	500	0.00%	0.00

Tabla 13 Resumen del cálculo de la transición del Peralte.

	ABSCISA	Elemento Geométrico	PERALTES		DESNIVEL DE BORDE RESPECTO AL EJE	
			IZQ	DER	IZQ	DER
	0+000.000		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 1 IZQ	0+000.291	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+005.064	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+009.836	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+021.291	I3/EC	-6.80%	6.80%	-0.204	0.204
	0+031.373	CC	-6.80%	6.80%	-0.204	0.204
	0+041.455	I3'/CE	-6.80%	6.80%	-0.204	0.204
	0+052.910	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+057.682	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+062.455	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 2 IZQ	0+075.943	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+080.832	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+085.721	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+086.943	I3/EC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+094.790	CC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+102.636	I3'/CE	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+103.858	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+108.747	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+113.636	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 3 IZQ	0+118.092	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+122.780	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+127.467	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+133.092	I3/EC	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	0+145.046	CC	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	0+157.000	I3'/CE	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	0+162.625	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+167.313	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+172.000	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 4 DER	0+172.481	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+177.187	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+181.893	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+188.481	I3/EC	4.80%	-4.80%	0.144	-0.144
	0+194.183	CC	4.80%	-4.80%	0.144	-0.144
	0+199.885	I3'/CE	4.80%	-4.80%	0.144	-0.144
	0+206.473	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+211.179	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+215.885	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

CURVA 5 DER	0+294.280	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+299.042	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+303.804	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+304.280	I3/EC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	0+312.112	CC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	0+319.944	I3'/CE	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	0+320.420	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+325.182	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+329.944	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 6 IZQ	0+331.676	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+336.438	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+341.200	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+341.676	I3/EC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	0+348.448	CC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	0+355.219	I3'/CE	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	0+355.695	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+360.457	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+365.219	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 7 DER	0+524.856	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+529.856	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+534.856	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+544.856	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	0+558.977	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	0+573.097	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	0+583.097	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+588.097	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+593.097	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 8 IZQ	0+617.400	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+622.278	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+627.156	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+637.400	I3/EC	-6.20%	6.20%	-0.186	0.186
	0+647.450	CC	-6.20%	6.20%	-0.186	0.186
	0+657.499	I3'/CE	-6.20%	6.20%	-0.186	0.186
	0+667.743	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+672.621	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+677.499	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 9 DER	0+679.133	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+683.875	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+688.618	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+702.133	I3/EC	7.70%	-7.70%	0.231	-0.231
	0+705.155	CC	7.70%	-7.70%	0.231	-0.231

	0+708.177	I3'/CE	7.70%	-7.70%	0.231	-0.231
	0+721.692	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+726.435	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+731.177	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 10 IZQ	0+744.852	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+753.741	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+762.630	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+764.852	I3/EC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+775.404	CC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+785.956	I3'/CE	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	0+788.178	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	0+797.067	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	0+805.956	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 11 DER	0+832.817	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+842.817	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+852.817	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+852.817	I3/EC	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+859.871	CC	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+866.924	I3'/CE	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+866.924	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+876.924	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+886.924	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 12 DER	0+968.881	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	0+973.664	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+978.446	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+979.881	I3/EC	2.60%	-2.60%	0.078	-0.078
	0+982.552	CC	2.60%	-2.60%	0.078	-0.078
	0+985.223	I3'/CE	2.60%	-2.60%	0.078	-0.078
	0+986.658	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	0+991.440	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	0+996.223	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 13 IZQ	0+996.427	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+001.210	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	1+005.992	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	1+007.427	I3/EC	-2.60%	2.60%	-0.078	0.078
	1+015.881	CC	-2.60%	2.60%	-0.078	0.078
	1+024.335	I3'/CE	-2.60%	2.60%	-0.078	0.078
	1+025.770	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	1+030.552	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	1+035.335	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 14	1+055.275	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

	1+060.470	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+065.665	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+075.275	I3/EC	5.70%	-5.70%	0.171	-0.171
	1+080.499	CC	5.70%	-5.70%	0.171	-0.171
	1+085.723	I3'/CE	5.70%	-5.70%	0.171	-0.171
	1+095.333	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+100.528	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+105.723	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 15 IZQ	1+117.043	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+122.043	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	1+127.043	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	1+137.043	I3/EC	-6.00%	6.00%	-0.180	0.180
	1+147.343	CC	-6.00%	6.00%	-0.180	0.180
	1+157.642	I3'/CE	-6.00%	6.00%	-0.180	0.180
	1+167.642	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	1+172.642	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	1+177.642	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 16 DER	1+196.315	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+196.315		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+196.315		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+196.315		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+219.079	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+241.842		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+241.842		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+241.842		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+241.842	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 17 DER	1+308.109	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+308.109		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+308.109		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+308.109		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+319.833	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+331.556		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+331.556		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+331.556		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+331.556	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 18 IZQ	1+443.030	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+443.030		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+443.030		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+443.030		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+455.206	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+467.381		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

	1+467.381		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+467.381		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+467.381	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 19 IZQ	1+506.351	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+506.351		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+506.351		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+506.351		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+557.200	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+608.048		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+608.048		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+608.048		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+608.048	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 20 DER	1+634.114	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+645.178	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+656.242	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+660.114	I3/EC	2.70%	-2.70%	0.081	-0.081
	1+668.513	CC	2.70%	-2.70%	0.081	-0.081
	1+676.911	I3'/CE	2.70%	-2.70%	0.081	-0.081
	1+680.783	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+691.847	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+702.911	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 21 DER	1+817.718	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	1+824.240	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+830.761	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+847.718	I3/EC	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	1+859.595	CC	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	1+871.471	I3'/CE	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	1+888.428	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	1+894.949	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	1+901.471	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 22 DER	2+036.308	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+044.471	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+052.635	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	2+056.308	I3/EC	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+065.780	CC	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+075.252	I3'/CE	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+078.925	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	2+087.089	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+095.252	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 23 IZQ	2+122.067	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+122.067		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

	2+122.067		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+122.067		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+181.565	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+241.062		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+241.062		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+241.062		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+241.062	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 24 IZQ	2+261.711	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+270.222	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+278.732	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+281.711	I3/EC	-2.70%	2.70%	-0.081	0.081
	2+291.664	CC	-2.70%	2.70%	-0.081	0.081
	2+301.617	I3'/CE	-2.70%	2.70%	-0.081	0.081
	2+304.596	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+313.106	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+321.617	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 25 DER	2+339.494	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+339.494		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+339.494		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+339.494		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+358.208	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+376.921		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+376.921		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+376.921		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+376.921	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 26 IZQ	2+405.665	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+405.665		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+405.665		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+405.665		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+423.907	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+442.149		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+442.149		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+442.149		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+442.149	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 27 IZQ	2+468.660	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+473.402	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+478.145	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+491.660	I3/EC	-7.70%	7.70%	-0.231	0.231
	2+500.326	CC	-7.70%	7.70%	-0.231	0.231
	2+508.991	I3'/CE	-7.70%	7.70%	-0.231	0.231
	2+522.506	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060

	2+527.249	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+531.991	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 28 DER	2+538.375	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+544.497	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+550.620	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	2+553.375	I3/EC	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+558.087	CC	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+562.798	I3'/CE	2.90%	-2.90%	0.087	-0.087
	2+565.553	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	2+571.676	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+577.798	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 29 IZQ	2+580.776	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+586.898	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+593.021	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+595.776	I3/EC	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	2+602.619	CC	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	2+609.462	I3'/CE	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	2+612.217	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+618.340	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+624.462	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 30 DER	2+665.504	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+665.504		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+665.504		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+665.504		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+673.104	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+680.704		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+680.704		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+680.704		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+680.704	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 31 IZQ	2+720.997	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+725.759	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+730.521	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+730.997	I3/EC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	2+735.414	CC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	2+739.830	I3'/CE	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	2+740.306	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+745.068	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+749.830	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 32 DER	2+755.850	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+760.612	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+765.374	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060

	2+765.850	I3/EC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	2+771.223	CC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	2+776.596	I3'/CE	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	2+777.072	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	2+781.834	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	2+786.596	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 33 IZQ	2+844.652	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+844.652		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+844.652		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+844.652		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+863.265	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+881.877		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+881.877		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+881.877		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+881.877	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 34 IZQ	2+965.241	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	2+972.185	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	2+979.130	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	2+990.241	I3/EC	-5.20%	5.20%	-0.156	0.156
	3+001.531	CC	-5.20%	5.20%	-0.156	0.156
	3+012.820	I3'/CE	-5.20%	5.20%	-0.156	0.156
	3+023.931	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+030.876	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+037.820	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 35 IZQ	3+190.855	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+190.855		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+190.855		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+190.855		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+222.444	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+254.033		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+254.033		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+254.033		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+254.033	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 36 DER	3+263.374	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+269.528	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+275.682	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+283.374	I3/EC	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	3+290.072	CC	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	3+296.770	I3'/CE	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	3+304.462	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+310.616	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060

	3+316.770	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 37 IZQ	3+323.827	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+328.546	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+333.265	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+344.827	I3/EC	-6.90%	6.90%	-0.207	0.207
	3+370.429	CC	-6.90%	6.90%	-0.207	0.207
	3+396.031	I3'/CE	-6.90%	6.90%	-0.207	0.207
	3+407.593	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+412.312	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+417.031	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 38 DER	3+424.985	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+429.985	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+434.985	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+444.985	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	3+451.868	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	3+458.751	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	3+468.751	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+473.751	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+478.751	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 39 DER	3+552.110	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+556.952	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+561.794	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+575.110	I3/EC	7.50%	-7.50%	0.225	-0.225
	3+602.849	CC	7.50%	-7.50%	0.225	-0.225
	3+630.588	I3'/CE	7.50%	-7.50%	0.225	-0.225
	3+643.904	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+648.746	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+653.588	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 40 IZQ	3+705.074	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+705.074		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+705.074		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+705.074		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+753.499	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+801.923		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+801.923		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+801.923		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+801.923	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 41 DER	3+836.493	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+841.493	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+846.493	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+856.493	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180

	3+863.673	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	3+870.853	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	3+880.853	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	3+885.853	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	3+890.853	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 42 IZQ	3+907.916	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+912.604	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+917.291	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+922.916	I3/EC	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	3+928.434	CC	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	3+933.952	I3'/CE	-4.40%	4.40%	-0.132	0.132
	3+939.577	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+944.265	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+948.952	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 43 IZQ	3+955.534	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	3+960.534	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+965.534	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+970.534	I3/EC	-4.00%	4.00%	-0.120	0.120
	3+976.506	CC	-4.00%	4.00%	-0.120	0.120
	3+982.478	I3'/CE	-4.00%	4.00%	-0.120	0.120
	3+987.478	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	3+992.478	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	3+997.478	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 44 DER	4+003.690	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+008.417	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+013.145	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+016.690	I3/EC	3.50%	-3.50%	0.105	-0.105
	4+021.620	CC	3.50%	-3.50%	0.105	-0.105
	4+026.550	I3'/CE	3.50%	-3.50%	0.105	-0.105
	4+030.095	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+034.823	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+039.550	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 45 DER	4+109.457	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+109.457		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+109.457		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+109.457		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+147.365	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+185.273		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+185.273		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+185.273		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+185.273	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

CURVA 46 DER	4+348.874	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+348.874		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+348.874		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+348.874		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+354.011	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+359.148		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+359.148		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+359.148		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+359.148	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 47 DER	4+587.177	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+591.960	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+596.742	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+609.177	I3/EC	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	4+621.376	CC	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	4+633.575	I3'/CE	7.20%	-7.20%	0.216	-0.216
	4+646.010	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+650.792	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+655.575	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 48 IZQ	4+759.227	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+765.381	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	4+771.535	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	4+779.227	I3/EC	-4.50%	4.50%	-0.135	0.135
	4+788.678	CC	-4.50%	4.50%	-0.135	0.135
	4+798.128	I3'/CE	-4.50%	4.50%	-0.135	0.135
	4+805.820	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	4+811.974	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	4+818.128	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 49 IZQ	4+835.660	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+841.782	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	4+847.905	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	4+850.660	I3/EC	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	4+862.261	CC	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	4+873.861	I3'/CE	-2.90%	2.90%	-0.087	0.087
	4+876.616	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	4+882.739	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	4+888.861	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 50 DER	4+904.905	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+909.905	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+914.905	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+924.905	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	4+937.934	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180

	4+950.962	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	4+960.962	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	4+965.962	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	4+970.962	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 51 IZQ	4+990.047	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	4+994.809	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	4+999.571	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+000.047	I3/EC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+006.713	CC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+013.379	I3'/CE	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+013.855	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+018.617	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+023.379	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 52 DER	5+024.744	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+029.667	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+034.590	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+040.744	I3/EC	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	5+045.807	CC	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	5+050.870	I3'/CE	4.50%	-4.50%	0.135	-0.135
	5+057.024	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+061.947	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+066.870	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 53 DER	5+103.985	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+103.985		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+103.985		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+103.985		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+115.960	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+127.934		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+127.934		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+127.934		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+127.934	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 54 DER	5+180.833	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+185.583	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+190.333	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+199.833	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	5+204.805	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	5+209.777	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	5+219.277	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+224.027	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+228.777	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 55	5+299.616	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060

	5+304.378	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+309.140	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+309.616	I3/EC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+313.272	CC	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+316.928	I3'/CE	-2.20%	2.20%	-0.066	0.066
	5+317.404	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+322.166	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+326.928	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 56 DER	5+329.723	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+334.485	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+339.247	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+339.723	I3/EC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+342.811	CC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+345.899	I3'/CE	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+346.375	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+351.137	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+355.899	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 57 IZQ	5+375.084	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+384.386	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+393.689	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+395.084	I3/EC	-2.30%	2.30%	-0.069	0.069
	5+413.631	CC	-2.30%	2.30%	-0.069	0.069
	5+432.177	I3'/CE	-2.30%	2.30%	-0.069	0.069
	5+433.572	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+442.875	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+452.177	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 58 DER	5+468.035	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+473.035	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+478.035	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+483.035	I3/EC	4.00%	-4.00%	0.120	-0.120
	5+494.716	CC	4.00%	-4.00%	0.120	-0.120
	5+506.397	I3'/CE	4.00%	-4.00%	0.120	-0.120
	5+511.397	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+516.397	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+521.397	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 59 IZQ	5+629.197	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+638.086	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+646.975	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+649.197	I3/EC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	5+692.574	CC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	5+735.950	I3'/CE	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075

	5+738.172	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+747.061	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+755.950	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 60 IZQ	5+768.827	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+773.554	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+778.282	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+781.827	I3/EC	-3.50%	3.50%	-0.105	0.105
	5+786.675	CC	-3.50%	3.50%	-0.105	0.105
	5+791.522	I3'/CE	-3.50%	3.50%	-0.105	0.105
	5+795.067	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+799.795	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+804.522	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 61 DER	5+852.817	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+857.579	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+862.341	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+862.817	I3/EC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+872.015	CC	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+881.213	I3'/CE	2.20%	-2.20%	0.066	-0.066
	5+881.689	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	5+886.451	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	5+891.213	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 62 IZQ	5+951.024	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	5+957.691	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+964.357	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+966.024	I3/EC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	5+973.292	CC	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	5+980.560	I3'/CE	-2.50%	2.50%	-0.075	0.075
	5+982.227	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	5+988.893	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	5+995.560	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 63 DER	6+002.882	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+007.882	I1	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	6+012.882	I2	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	6+022.882	I3/EC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	6+030.011	CC	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	6+037.139	I3'/CE	6.00%	-6.00%	0.180	-0.180
	6+047.139	I2'	2.00%	-2.00%	0.060	-0.060
	6+052.139	I1'	0.00%	-2.00%	0.000	-0.060
	6+057.139	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 64 IZQ	6+128.849	I0/TE	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+133.632	I1	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000

	6+138.414	I2	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	6+150.849	I3/EC	-7.20%	7.20%	-0.216	0.216
	6+159.263	CC	-7.20%	7.20%	-0.216	0.216
	6+167.677	I3'/CE	-7.20%	7.20%	-0.216	0.216
	6+180.112	I2'	-2.00%	2.00%	-0.060	0.060
	6+184.894	I1'	-2.00%	0.00%	-0.060	0.000
	6+189.677	I0'/ET	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
CURVA 65 DER	6+247.240	PC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+247.240		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+247.240		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+247.240		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+248.723	CC	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+250.206		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+250.206		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+250.206		-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
	6+250.206	PT	-2.00%	-2.00%	-0.060	-0.060
FIN	6+510.357		-2.00%	-2.00%		

6.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

6.4.1 Gradientes máximas y mínimas

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

6.4.2 Gradientes Máximas.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en la Tabla 14 Valores de diseño de las gradientes máximas longitudinales se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

Tabla 14 Valores de diseño de las gradientes máximas longitudinales

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS
(Porcentaje)

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

6.4.3 Gradientes Mínimas.

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

6.4.4 Curvas Verticales.

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple centrado en el PIV, el cual está en un valor de abscisa múltiplo de 10 m.

a) Curvas Verticales Convexas.

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

$$L = \frac{A \cdot S^2}{426} \qquad (6.11)$$

En donde:
L= longitud de la curva vertical convexa (m).
A= diferencia algebraica de la gradiente (%).
S= distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = k \cdot A \qquad (6.12)$$

Es decir, para curvas verticales Convexas (6.11)

Como nuestro valor de distancia de parada mínimo obtenido en la Tabla 6 es de Dp=25,00 m. nuestro K mínimo será de ***1,46***, lo cual se comprueba con la Tabla 15 y Tabla 16, donde se indica el valor de k mínimo a utilizar.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0{,}60V \qquad (6.13)$$

En donde V, es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora, siendo la longitud mínima de 18,00 m.

Tabla 15 Curvas verticales convexas mínimas

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

Tabla 16 Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

b) Curvas Verticales Cóncavas.

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

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

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3{,}5S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

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

$$L = K \times A$$

Es decir, para curvas verticales Convexas k = S^2/ (122 + 3,5 S) S=Dp.

Como nuestro valor de distancia de parada mínimo obtenido en la Tabla 6 es de Dp=25,00 m. nuestro K mínimo será de ***2.98*** lo cual se comprueba en la Tabla 17 donde se indican el valor mínimo de "K" a utilizar, que para el efecto es de 4,00.

Tabla 17 Curvas Verticales cóncavas mínimas

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente K=S²/122+3,5 S	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

En nuestro diseño se ocupó curvas verticales cóncavas y convexas, cuyos resultados se muestra en a continuación, cabe recalcar que en el anexo 2R de las normas de diseño geométrico, para una vía clase IV, se permite aumentar esta gradiente hasta en un 3,00% en longitudes no mayores a 750 m., para terrenos montañosos es decir una pendiente máxima de 15,00%, cumpliendo de esta manera a cabalidad nuestro diseño

geométrico vertical, salvo en la abscisa 0+105, en donde la pendiente es del 16,52 %, en una longitud de 100 m., pero debido a que se considera una zona urbana se considera válido.

Tabla 18 Cálculos alineamiento Vertical.

Abs. PI (m.)	Elevación de PI (msnm)	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva (m.)	Longitud asimétrica 1	Longitud asimétrica 2
0+000.00	1002.786		-10.73%						
0+105.00	991.525	-10.73%	-16.52%	5.80%	Convexo	5.173	30.00		
0+205.00	975.000	-16.52%	-9.74%	6.79%	Cóncavo	7.364	50.00		
0+270.00	968.672	-9.74%	-16.94%	7.21%	Convexo	5.55	40.00		
0+350.00	955.118	-16.94%	-4.67%	12.27%	Cóncavo	4.89	60.00		
0+450.00	950.447	-4.67%	0.00%	4.67%	Cóncavo	8.563	40.00		
0+545.00	950.447	0.00%	13.95%	13.95%	Cóncavo	7.167	100.00	25.00	75.00
0+680.00	969.285	13.95%	12.72%	1.23%	Convexo	32.46	40.00		
0+890.00	996.000	12.72%	9.04%	3.68%	Convexo	10.878	40.00		
0+960.00	1002.331	9.04%	14.40%	5.35%	Cóncavo	11.209	60.00		
1+160.00	1031.126	14.40%	0.92%	13.48%	Convexo	7.419	100.00		
1+300.00	1032.413	0.92%	-2.46%	3.38%	Convexo	11.852	40.00		
1+360.00	1030.939	-2.46%	-0.50%	1.95%	Cóncavo	20.491	40.00		
1+500.00	1030.233	-0.50%	-7.66%	7.15%	Convexo	8.386	60.00		
1+575.00	1024.489	-7.66%	5.85%	13.51%	Cóncavo	5.18	70.00		
1+660.00	1029.466	5.85%	-4.73%	10.59%	Convexo	5.667	60.00		
1+860.00	1020.000	-4.73%	5.59%	10.33%	Cóncavo	7.746	80.00		
2+030.00	1029.511	5.59%	9.70%	4.11%	Cóncavo	19.468	80.00		
2+140.00	1040.185	9.70%	3.01%	6.70%	Convexo	5.974	40.00		
2+250.00	1043.494	3.01%	8.26%	5.26%	Cóncavo	7.611	40.00		
2+310.00	1048.453	8.26%	12.85%	4.59%	Cóncavo	8.72	40.00		
2+360.00	1054.879	12.85%	6.76%	6.09%	Convexo	6.569	40.00		
2+520.00	1065.698	6.76%	-7.84%	14.60%	Convexo	5.478	80.00		
2+590.00	1060.208	-7.84%	1.63%	9.47%	Cóncavo	4.223	40.00		
2+725.00	1062.408	1.63%	-4.66%	6.28%	Convexo	7.956	50.00		
2+780.00	1059.847	-4.66%	-12.11%	7.45%	Convexo	5.369	40.00		
2+840.00	1052.583	-12.11%	-4.69%	7.42%	Cóncavo	5.392	40.00		
2+920.00	1048.833	-4.69%	-1.26%	3.43%	Cóncavo	11.675	40.00		
3+010.00	1047.697	-1.26%	-7.99%	6.73%	Convexo	5.944	40.00		
3+210.00	1031.714	-7.99%	-1.02%	6.98%	Cóncavo	20.07	140.00		
3+350.00	1030.292	-1.02%	-4.83%	3.82%	Convexo	10.479	40.00		
3+400.00	1027.875	-4.83%	-1.13%	3.70%	Cóncavo	5.406	20.00		
3+440.00	1027.422	-1.13%	-6.77%	5.64%	Convexo	3.548	20.00		
3+510.00	1022.682	-6.77%	-10.86%	4.09%	Convexo	19.558	80.00		
3+640.00	1008.563	-10.86%	-7.56%	3.30%	Cóncavo	18.189	60.00		
3+740.00	1001.000	-7.56%	-9.74%	2.18%	Convexo	13.755	30.00		
3+935.00	982.000	-9.74%	-4.34%	5.40%	Cóncavo	20.373	110.00		
4+295.00	966.360	-4.34%	-7.60%	3.26%	Convexo	9.202	30.00		
4+355.00	961.798	-7.60%	-4.84%	2.76%	Cóncavo	18.093	50.00		
4+650.00	947.516	-4.84%	0.98%	5.82%	Cóncavo	13.747	80.00		
4+765.00	948.641	0.98%	-2.39%	3.37%	Convexo	14.827	50.00		
4+900.00	945.409	-2.39%	3.61%	6.00%	Cóncavo	20.001	120.00		
5+010.00	949.375	3.61%	-0.52%	4.12%	Convexo	19.403	80.00		
5+160.00	948.599	-0.52%	-1.73%	1.22%	Convexo	32.906	40.00		
5+310.00	946.000	-1.73%	1.67%	3.40%	Cóncavo	11.766	40.00		
5+370.00	947.000	1.67%	-2.79%	4.46%	Convexo	8.967	40.00		
5+600.00	940.573	-2.79%	6.23%	9.03%	Cóncavo	22.16	200.00	80.00	120.00
5+820.00	954.281	6.23%	13.95%	7.72%	Cóncavo	12.949	100.00		
5+925.00	968.932	13.95%	4.83%	9.13%	Convexo	5.478	50.00		
6+025.00	973.758	4.83%	11.15%	6.32%	Cóncavo	4.748	30.00		
6+160.00	988.804	11.15%	3.55%	7.60%	Convexo	15.791	120.00		
6+350.00	995.542	3.55%	5.66%	2.11%	Cóncavo	47.345	100.00		
6+490.00	1003.463	5.66%	12.50%	6.84%	Cóncavo	2.923	20.00		
6+510.36	1006.008	12.50%							

7 Sección transversal

La sección transversal se diseña, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno y los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento, de tal manera que la sección típica adoptada influye, en la construcción, mantenimiento y en la seguridad de la circulación.

La sección típica simétrica adoptada para el diseño es la siguiente:

Ancho total	7,20 m.
Carril	3,00 m.
Cuneta	0,60 m.
Talud de corte	0,50 H: 1 V
Talud de relleno	1,50 H: 1 V

Detalle de la sección típica adoptada:

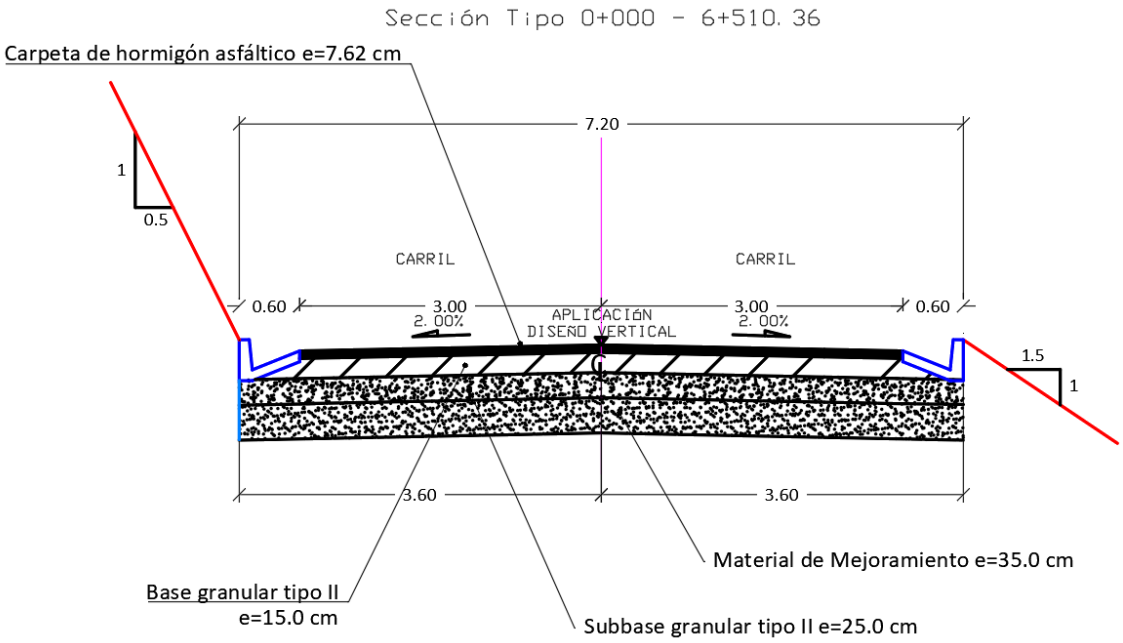


Ilustración 3 Detalle de sección típica adoptada

8 CÁLCULO DE VOLÚMENES

Una forma analítica utilizada para la máxima precisión posible consiste en la división del área de la sección en formas geométricas simples como triángulos y trapecios coincidentes con los puntos de inflexión del terreno, y la obtención del semiancho del camino de los puntos de la lateral, por medio de las cuales se calcula el área y posteriormente el volumen (Método de Gauss), para ello se debe elaborar una cartera de chaflanes.

Para calcular los volúmenes se utiliza la fórmula prismoidal:

$$V = \frac{L}{6}\left(F_1 + 4F_m + F_2\right)$$

Siendo:

V = Volumen del prisma

L = Distancia entre dos áreas de secciones transversales paralelas entre sí

F_1,F_2 = Áreas de secciones transversales paralelas entre sí.

F_m = Área de sección media

Con este método analítico y con la ayuda del programa AutoCAD CIVIL 3D 2021, que además lo empleamos para realizar nuestro diseño de la vía, obtuvimos los siguientes volúmenes;

VOLUMEN TOTAL DE CORTE (Fa=1) = 52.589,28 metros cúbicos.

VOLUMEN TOTAL DE RELLENO (Fa=1) = 536,04 metros cúbicos.

El resumen de los cálculos de volumen lo podemos ver en la Tabla 19.

Tabla 19 Informe de cálculo de Volumen

INFORME DE CÁLCULO DE VOLÚMEN							
P.K.	Área de desmonte (Metros cuadrados)	Volumen de desmonte (Metros cúbicos)	Área de terraplén (Metros cuadrados)	Volumen de terraplén (Metros cúbicos)	Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos)	Vol. neto acumul. (Metros cúbicos)
0+000.00	6.49	0	0	0	0	0	0
0+010.00	6.68	65.92	0	0	65.92	0	65.92
0+020.00	5.89	62.64	0	0	128.55	0	128.55
0+030.00	5.4	55.94	0	0	184.49	0	184.49
0+040.00	5.17	52.34	0	0	236.83	0	236.83
0+050.00	5.33	51.66	0	0	288.49	0	288.49
0+060.00	9.29	72.13	0	0	360.62	0	360.62
0+070.00	7.92	86.02	0	0	446.64	0	446.64
0+080.00	8.97	84.45	0	0	531.09	0	531.09
0+090.00	11.45	101.48	0	0	632.56	0	632.56
0+100.00	11.74	114.55	0	0	747.11	0	747.11
0+110.00	9.52	105.41	0	0	852.53	0	852.53
0+120.00	8.96	92.39	0	0	944.92	0	944.92
0+130.00	7.56	82.11	0	0	1,027.02	0	1,027.02
0+140.00	6.54	69.89	0	0	1,096.91	0	1,096.91
0+150.00	6.47	64.55	0	0	1,161.46	0	1,161.46
0+160.00	5.43	59.32	0	0	1,220.78	0	1,220.78
0+170.00	6.01	57.24	0	0	1,278.01	0	1,278.01
0+180.00	6.53	62.72	0	0	1,340.74	0	1,340.74
0+190.00	6.48	65	0	0	1,405.74	0	1,405.74
0+200.00	7.23	68.15	0	0	1,473.89	0	1,473.89
0+210.00	7.33	72.49	0	0	1,546.37	0	1,546.37
0+220.00	7.84	75.8	0	0	1,622.17	0	1,622.17
0+230.00	8.14	79.89	0	0	1,702.06	0	1,702.06
0+240.00	8.43	82.88	0	0	1,784.95	0	1,784.95
0+250.00	7.99	82.1	0	0	1,867.05	0	1,867.05
0+260.00	7.88	79.35	0	0	1,946.40	0	1,946.40
0+270.00	8.23	80.57	0	0	2,026.97	0	2,026.97
0+280.00	7.23	77.29	0	0	2,104.26	0	2,104.26
0+290.00	7.53	73.81	0	0	2,178.07	0	2,178.07
0+300.00	7.2	73.63	0	0	2,251.71	0	2,251.71
0+310.00	7.55	73.7	0	0	2,325.41	0	2,325.41
0+320.00	8.7	81.34	0	0	2,406.74	0	2,406.74
0+330.00	8.48	85.94	0	0	2,492.68	0	2,492.68
0+340.00	6.29	73.85	0	0	2,566.54	0	2,566.54

0+350.00	6.07	61.92	0	0	2,628.46	0	2,628.46
0+360.00	6.95	65.19	0	0	2,693.65	0	2,693.65
0+370.00	7.75	73.48	0	0	2,767.13	0	2,767.13
0+380.00	7.63	76.92	0	0	2,844.05	0	2,844.05
0+390.00	6.85	72.42	0	0	2,916.46	0	2,916.46
0+400.00	6.25	65.49	0	0	2,981.95	0	2,981.95
0+410.00	5.8	60.24	0	0	3,042.19	0	3,042.19
0+420.00	5.72	57.58	0	0	3,099.77	0	3,099.77
0+430.00	6.37	60.41	0	0	3,160.18	0	3,160.18
0+440.00	6.98	66.74	0	0	3,226.92	0	3,226.92
0+450.00	7.06	70.23	0	0	3,297.15	0	3,297.15
0+460.00	6.61	68.36	0	0	3,365.50	0	3,365.50
0+470.00	5.27	59.41	0	0	3,424.92	0	3,424.92
0+480.00	3.96	46.15	0	0	3,471.07	0	3,471.07
0+490.00	3.65	38.03	0.59	2.93	3,509.10	2.93	3,506.17
0+500.00	5.17	44.08	0	2.93	3,553.18	5.86	3,547.32
0+510.00	4.47	48.22	30.52	152.58	3,601.40	158.44	3,442.96
0+520.00	5.53	50.04	22.47	264.94	3,651.44	423.38	3,228.06
0+530.00	7.61	65.74	0	112.36	3,717.18	535.74	3,181.45
0+540.00	8.04	78.23	0	0	3,795.41	535.74	3,259.68
0+550.00	5.97	69.98	0	0	3,865.40	535.74	3,329.66
0+560.00	4.96	54.38	0	0	3,919.78	535.74	3,384.04
0+570.00	4.18	45.06	0	0	3,964.84	535.74	3,429.10
0+580.00	3.43	37.39	0	0	4,002.22	535.74	3,466.49
0+590.00	3.52	34.58	0	0	4,036.80	535.74	3,501.06
0+600.00	4.64	40.82	0	0	4,077.62	535.74	3,541.88
0+610.00	5.77	52.07	0	0	4,129.70	535.74	3,593.96
0+620.00	7.45	66.11	0	0	4,195.81	535.74	3,660.07
0+630.00	11.7	94.2	0	0	4,290.01	535.74	3,754.27
0+640.00	17.05	132.91	0	0	4,422.91	535.74	3,887.18
0+650.00	18.63	162.76	0	0	4,585.67	535.74	4,049.93
0+660.00	24.82	216.05	0	0	4,801.72	535.74	4,265.98
0+670.00	24.76	273.36	0	0	5,075.08	535.74	4,539.34
0+680.00	11.5	186.49	0	0	5,261.57	535.74	4,725.83
0+690.00	11.72	114.36	0	0	5,375.93	535.74	4,840.19
0+700.00	16.5	126.55	0	0	5,502.48	535.74	4,966.74
0+710.00	10.21	108.72	0	0	5,611.20	535.74	5,075.46
0+720.00	1.65	52.43	0	0	5,663.63	535.74	5,127.89
0+730.00	2.61	21.25	0	0	5,684.88	535.74	5,149.15
0+740.00	4.81	37.08	0	0	5,721.96	535.74	5,186.23
0+750.00	6.22	55.15	0	0	5,777.11	535.74	5,241.37
0+760.00	6.11	61.66	0	0	5,838.77	535.74	5,303.03

0+770.00	6.32	62.16	0	0	5,900.92	535.74	5,365.18
0+780.00	6.52	64.23	0	0	5,965.15	535.74	5,429.41
0+790.00	11.08	89.24	0	0	6,054.39	535.74	5,518.65
0+800.00	7.63	94.64	0	0	6,149.02	535.74	5,613.29
0+810.00	3.85	57.4	0	0	6,206.43	535.74	5,670.69
0+820.00	3.71	37.79	0	0	6,244.22	535.74	5,708.48
0+830.00	4.56	41.36	0	0	6,285.58	535.74	5,749.84
0+840.00	5.59	50.77	0	0	6,336.35	535.74	5,800.61
0+850.00	7.56	65.61	0	0	6,401.95	535.74	5,866.22
0+860.00	10.45	89	0	0	6,490.95	535.74	5,955.21
0+870.00	26.88	179.79	0	0	6,670.75	535.74	6,135.01
0+880.00	12.1	190.62	0	0	6,861.37	535.74	6,325.63
0+890.00	12.83	124.63	0	0	6,985.99	535.74	6,450.26
0+900.00	7.56	101.97	0	0	7,087.96	535.74	6,552.22
0+910.00	7.36	74.62	0	0	7,162.58	535.74	6,626.84
0+920.00	7.25	73.06	0	0	7,235.64	535.74	6,699.90
0+930.00	7.11	71.79	0	0	7,307.43	535.74	6,771.69
0+940.00	6.59	68.5	0	0	7,375.94	535.74	6,840.20
0+950.00	6.37	64.84	0	0	7,440.77	535.74	6,905.04
0+960.00	9.05	77.12	0	0	7,517.90	535.74	6,982.16
0+970.00	12.64	108.46	0	0	7,626.36	535.74	7,090.62
0+980.00	7.65	99.86	0	0	7,726.21	535.74	7,190.48
0+990.00	8.36	79.99	0	0	7,806.21	535.74	7,270.47
1+000.00	8.66	85.12	0	0	7,891.32	535.74	7,355.58
1+010.00	8.7	86.64	0	0	7,977.96	535.74	7,442.23
1+020.00	7.97	83.16	0	0	8,061.13	535.74	7,525.39
1+030.00	6.92	74.32	0	0	8,135.45	535.74	7,599.71
1+040.00	5.75	63.33	0	0	8,198.78	535.74	7,663.04
1+050.00	5.5	56.28	0	0	8,255.05	535.74	7,719.32
1+060.00	6.16	58.28	0	0	8,313.33	535.74	7,777.59
1+070.00	9.62	76.83	0	0	8,390.16	535.74	7,854.43
1+080.00	18.91	103.74	0	0	8,493.90	535.74	7,958.16
1+090.00	18.68	117.63	0	0	8,611.53	535.74	8,075.79
1+100.00	5.7	102.79	0	0	8,714.32	535.74	8,178.58
1+110.00	5.63	56.66	0	0	8,770.97	535.74	8,235.24
1+120.00	5.93	57.8	0	0	8,828.78	535.74	8,293.04
1+130.00	7.52	66.95	0	0	8,895.72	535.74	8,359.99
1+140.00	11.04	89.73	0	0	8,985.45	535.74	8,449.72
1+150.00	7.98	91.29	0	0	9,076.74	535.74	8,541.01
1+160.00	6.59	71.31	0	0	9,148.06	535.74	8,612.32
1+170.00	5.94	62.23	0	0	9,210.29	535.74	8,674.55
1+180.00	6.05	59.93	0	0	9,270.21	535.74	8,734.48

1+190.00	6.38	62.15	0	0	9,332.36	535.74	8,796.62
1+200.00	6.72	65.54	0	0	9,397.90	535.74	8,862.16
1+210.00	7.46	70.98	0	0	9,468.88	535.74	8,933.14
1+220.00	7.66	75.62	0	0	9,544.50	535.74	9,008.76
1+230.00	7.31	74.8	0	0	9,619.30	535.74	9,083.56
1+240.00	7.58	74.39	0	0	9,693.69	535.74	9,157.95
1+250.00	0	37.88	0	0	9,731.58	535.74	9,195.84
1+260.00	7.19	35.93	0	0	9,767.51	535.74	9,231.77
1+270.00	6.67	69.3	0	0	9,836.81	535.74	9,301.08
1+280.00	6.19	64.32	0	0	9,901.13	535.74	9,365.40
1+290.00	6.21	62	0	0	9,963.14	535.74	9,427.40
1+300.00	6.55	63.82	0	0	10,026.96	535.74	9,491.22
1+310.00	6.99	67.72	0	0	10,094.68	535.74	9,558.94
1+320.00	6.62	68.1	0	0	10,162.77	535.74	9,627.04
1+330.00	6.6	66.15	0	0	10,228.92	535.74	9,693.18
1+340.00	6.6	66.03	0	0	10,294.95	535.74	9,759.21
1+350.00	6.55	65.77	0	0	10,360.72	535.74	9,824.98
1+360.00	6.56	65.56	0	0	10,426.28	535.74	9,890.54
1+370.00	6.35	64.59	0	0	10,490.86	535.74	9,955.12
1+380.00	6.15	62.51	0	0	10,553.37	535.74	10,017.64
1+390.00	6.02	60.83	0	0	10,614.20	535.74	10,078.46
1+400.00	6.11	60.66	0	0	10,674.86	535.74	10,139.12
1+410.00	6.23	61.74	0	0	10,736.59	535.74	10,200.86
1+420.00	6.33	62.81	0	0	10,799.41	535.74	10,263.67
1+430.00	6.35	63.38	0	0	10,862.79	535.74	10,327.05
1+440.00	6.65	65	0	0	10,927.79	535.74	10,392.05
1+450.00	6.92	67.87	0	0	10,995.66	535.74	10,459.92
1+460.00	6.94	69.31	0	0	11,064.97	535.74	10,529.24
1+470.00	6.39	66.64	0	0	11,131.62	535.74	10,595.88
1+480.00	6.31	63.5	0	0	11,195.11	535.74	10,659.38
1+490.00	6.51	64.11	0	0	11,259.22	535.74	10,723.48
1+500.00	7.24	68.77	0	0	11,327.99	535.74	10,792.25
1+510.00	7.4	73.2	0	0	11,401.19	535.74	10,865.45
1+520.00	7.1	72.47	0	0	11,473.66	535.74	10,937.92
1+530.00	6.88	69.9	0	0	11,543.56	535.74	11,007.82
1+540.00	6.2	65.38	0	0	11,608.94	535.74	11,073.20
1+550.00	5.17	56.8	0	0	11,665.73	535.74	11,129.99
1+560.00	5.02	50.97	0	0	11,716.70	535.74	11,180.97
1+570.00	5.01	50.27	0	0	11,766.97	535.74	11,231.23
1+580.00	4.5	47.67	0	0	11,814.64	535.74	11,278.90
1+590.00	5.02	47.67	0	0	11,862.31	535.74	11,326.58
1+600.00	5.37	51.99	0	0	11,914.31	535.74	11,378.57

1+610.00	6.19	57.82	0	0	11,972.12	535.74	11,436.38
1+620.00	6.3	62.46	0	0	12,034.58	535.74	11,498.84
1+630.00	6.52	64.12	0	0	12,098.70	535.74	11,562.96
1+640.00	7.5	70.1	0	0	12,168.80	535.74	11,633.06
1+650.00	8.92	82.07	0	0	12,250.87	535.74	11,715.13
1+660.00	7.22	80.6	0	0	12,331.47	535.74	11,795.73
1+670.00	5.23	62.26	0.02	0.08	12,393.73	535.82	11,857.91
1+680.00	5.55	53.96	0	0.08	12,447.69	535.9	11,911.79
1+690.00	5.83	56.96	0	0	12,504.64	535.9	11,968.74
1+700.00	6.47	61.51	0	0	12,566.15	535.9	12,030.25
1+710.00	6.4	64.34	0	0	12,630.48	535.9	12,094.59
1+720.00	6.19	62.95	0	0	12,693.43	535.9	12,157.53
1+730.00	6.2	61.92	0	0	12,755.35	535.9	12,219.45
1+740.00	6.15	61.72	0	0	12,817.08	535.9	12,281.18
1+750.00	5.98	60.65	0	0	12,877.72	535.9	12,341.82
1+760.00	5.77	58.74	0	0	12,936.47	535.9	12,400.57
1+770.00	5.64	57.06	0	0	12,993.53	535.9	12,457.63
1+780.00	5.52	55.84	0	0	13,049.37	535.9	12,513.47
1+790.00	5.51	55.15	0	0	13,104.51	535.9	12,568.61
1+800.00	5.95	57.27	0	0	13,161.78	535.9	12,625.88
1+810.00	6.43	61.86	0	0	13,223.64	535.9	12,687.74
1+820.00	6.53	64.78	0	0	13,288.42	535.9	12,752.52
1+830.00	6.68	66.06	0	0	13,354.48	535.9	12,818.58
1+840.00	6.34	64.55	0	0	13,419.04	535.9	12,883.14
1+850.00	5.12	55.38	0	0	13,474.41	535.9	12,938.51
1+860.00	4.67	46.61	0	0	13,521.03	535.9	12,985.13
1+870.00	5.07	46.35	0	0	13,567.37	535.9	13,031.47
1+880.00	4.21	44.77	0	0	13,612.14	535.9	13,076.24
1+890.00	4.84	44.72	0	0	13,656.87	535.9	13,120.97
1+900.00	5.56	51.85	0	0	13,708.71	535.9	13,172.82
1+910.00	6.19	58.76	0	0	13,767.48	535.9	13,231.58
1+920.00	6.73	64.62	0	0	13,832.10	535.9	13,296.20
1+930.00	7.36	70.49	0	0	13,902.59	535.9	13,366.70
1+940.00	8.12	77.41	0	0	13,980.01	535.9	13,444.11
1+950.00	8.78	84.49	0	0	14,064.50	535.9	13,528.60
1+960.00	8.53	86.57	0	0	14,151.07	535.9	13,615.17
1+970.00	7.59	80.63	0	0	14,231.70	535.9	13,695.80
1+980.00	6.65	71.21	0	0	14,302.91	535.9	13,767.01
1+990.00	5.93	62.9	0	0	14,365.81	535.9	13,829.91
2+000.00	5.61	57.69	0	0	14,423.50	535.9	13,887.61
2+010.00	6.03	58.19	0	0	14,481.69	535.9	13,945.79
2+020.00	6.31	61.7	0	0	14,543.39	535.9	14,007.49

2+030.00	6.59	64.5	0	0	14,607.89	535.9	14,071.99
2+040.00	6.66	66.28	0	0	14,674.17	535.9	14,138.27
2+050.00	6.26	64.59	0	0	14,738.75	535.9	14,202.86
2+060.00	5.85	60.53	0	0	14,799.28	535.9	14,263.39
2+070.00	5.85	58.51	0	0	14,857.80	535.9	14,321.90
2+080.00	5.9	58.84	0	0	14,916.63	535.9	14,380.73
2+090.00	6.26	60.89	0	0	14,977.52	535.9	14,441.62
2+100.00	6.74	64.99	0	0	15,042.51	535.9	14,506.61
2+110.00	7.04	68.88	0	0	15,111.39	535.9	14,575.49
2+120.00	6.14	65.88	0	0	15,177.28	535.9	14,641.38
2+130.00	5.97	60.56	0	0	15,237.83	535.9	14,701.93
2+140.00	6.42	61.95	0	0	15,299.78	535.9	14,763.88
2+150.00	6.23	63.22	0	0	15,363.00	535.9	14,827.10
2+160.00	6.63	64.27	0	0	15,427.27	535.9	14,891.37
2+170.00	7.12	68.78	0	0	15,496.06	535.9	14,960.16
2+180.00	7.02	70.79	0	0	15,566.84	535.9	15,030.95
2+190.00	6.49	67.61	0	0	15,634.45	535.9	15,098.55
2+200.00	5.82	61.59	0	0	15,696.04	535.9	15,160.14
2+210.00	6.11	59.71	0	0	15,755.74	535.9	15,219.84
2+220.00	6.43	62.72	0	0	15,818.46	535.9	15,282.57
2+230.00	6.62	65.26	0	0	15,883.72	535.9	15,347.82
2+240.00	6.57	65.98	0	0	15,949.70	535.9	15,413.80
2+250.00	5.76	61.64	0	0	16,011.34	535.9	15,475.44
2+260.00	6.4	60.77	0	0	16,072.11	535.9	15,536.21
2+270.00	5.92	61.6	0	0	16,133.71	535.9	15,597.82
2+280.00	6.26	60.91	0	0	16,194.62	535.9	15,658.72
2+290.00	6.98	66.16	0	0	16,260.79	535.9	15,724.89
2+300.00	7	69.91	0	0	16,330.70	535.9	15,794.80
2+310.00	6.06	65.39	0	0	16,396.09	535.9	15,860.19
2+320.00	6.28	61.75	0	0	16,457.84	535.9	15,921.94
2+330.00	5.98	61.32	0	0	16,519.17	535.9	15,983.27
2+340.00	6.68	63.32	0	0	16,582.49	535.9	16,046.59
2+350.00	7.58	71.26	0	0	16,653.75	535.9	16,117.85
2+360.00	6.45	70.2	0	0	16,723.95	535.9	16,188.05
2+370.00	6.08	62.75	0	0	16,786.71	535.9	16,250.81
2+380.00	6.29	61.92	0	0	16,848.63	535.9	16,312.73
2+390.00	7.25	67.7	0	0	16,916.33	535.9	16,380.43
2+400.00	8.33	77.87	0	0	16,994.21	535.9	16,458.31
2+410.00	8.04	81.84	0	0	17,076.04	535.9	16,540.15
2+420.00	7.91	79.78	0	0	17,155.83	535.9	16,619.93
2+430.00	7.49	77.07	0	0	17,232.89	535.9	16,696.99
2+440.00	7.46	74.78	0	0	17,307.67	535.9	16,771.77

2+450.00	6.28	68.71	0	0	17,376.38	535.9	16,840.48
2+460.00	6.07	61.76	0	0	17,438.14	535.9	16,902.24
2+470.00	5.93	59.96	0	0	17,498.11	535.9	16,962.21
2+480.00	4.83	53.77	0	0	17,551.88	535.9	17,015.98
2+490.00	4.41	46.06	0	0	17,597.95	535.9	17,062.05
2+500.00	4.59	44.77	0	0	17,642.71	535.9	17,106.82
2+510.00	7.46	59.84	0	0	17,702.55	535.9	17,166.65
2+520.00	8.53	79.65	0	0	17,782.20	535.9	17,246.30
2+530.00	7.18	78.58	0	0	17,860.79	535.9	17,324.89
2+540.00	6.04	66.1	0	0	17,926.89	535.9	17,390.99
2+550.00	5.67	58.4	0	0	17,985.29	535.9	17,449.39
2+560.00	5.83	57.08	0	0	18,042.37	535.9	17,506.47
2+570.00	5.99	58.79	0	0	18,101.16	535.9	17,565.26
2+580.00	7.23	66.03	0	0	18,167.19	535.9	17,631.29
2+590.00	6.7	69.67	0	0	18,236.86	535.9	17,700.96
2+600.00	7.28	70.05	0	0	18,306.91	535.9	17,771.01
2+610.00	7.93	76.2	0	0	18,383.11	535.9	17,847.21
2+620.00	7.67	78.12	0	0	18,461.23	535.9	17,925.33
2+630.00	6.94	73.05	0	0	18,534.28	535.9	17,998.38
2+640.00	6.95	69.42	0	0	18,603.70	535.9	18,067.80
2+650.00	6.31	66.29	0	0	18,669.98	535.9	18,134.08
2+660.00	6.6	64.55	0	0	18,734.53	535.9	18,198.63
2+670.00	7.32	69.61	0	0	18,804.14	535.9	18,268.24
2+680.00	8.06	76.86	0	0	18,881.00	535.9	18,345.10
2+690.00	7.94	79.96	0	0	18,960.96	535.9	18,425.06
2+700.00	7.75	78.43	0	0	19,039.39	535.9	18,503.49
2+710.00	7.23	74.91	0	0	19,114.30	535.9	18,578.40
2+720.00	6.72	69.76	0	0	19,184.06	535.9	18,648.16
2+730.00	6.75	68	0	0	19,252.06	535.9	18,716.16
2+740.00	5.9	64.27	0	0	19,316.33	535.9	18,780.43
2+750.00	5.92	59.33	0	0	19,375.67	535.9	18,839.77
2+760.00	5.88	58.97	0	0	19,434.63	535.9	18,898.73
2+770.00	7	64.67	0	0	19,499.30	535.9	18,963.40
2+780.00	7.55	73.62	0	0	19,572.92	535.9	19,037.02
2+790.00	7.93	77.49	0	0	19,650.42	535.9	19,114.52
2+800.00	6.07	69.98	0	0	19,720.40	535.9	19,184.50
2+810.00	6.22	61.47	0	0	19,781.87	535.9	19,245.97
2+820.00	7.25	67.38	0	0	19,849.25	535.9	19,313.35
2+830.00	7.6	74.25	0	0	19,923.49	535.9	19,387.59
2+840.00	6.5	70.47	0	0	19,993.96	535.9	19,458.07
2+850.00	5.45	59.71	0	0	20,053.68	535.9	19,517.78
2+860.00	7.37	64.1	0	0	20,117.78	535.9	19,581.88

2+870.00	8.25	78.13	0	0	20,195.91	535.9	19,660.02
2+880.00	6.84	75.47	0	0	20,271.38	535.9	19,735.48
2+890.00	5.8	63.18	0	0	20,334.56	535.9	19,798.66
2+900.00	4.5	51.5	0	0	20,386.06	535.9	19,850.16
2+910.00	4.56	45.29	0	0	20,431.35	535.9	19,895.45
2+920.00	4.58	45.68	0	0	20,477.04	535.9	19,941.14
2+930.00	5.65	51.16	0	0	20,528.19	535.9	19,992.29
2+940.00	6.41	60.28	0	0	20,588.48	535.9	20,052.58
2+950.00	6.58	64.95	0	0	20,653.42	535.9	20,117.52
2+960.00	6.47	65.28	0	0	20,718.70	535.9	20,182.80
2+970.00	6.37	64.24	0	0	20,782.94	535.9	20,247.04
2+980.00	6.31	63.28	0	0	20,846.21	535.9	20,310.32
2+990.00	6.84	65.14	0	0	20,911.36	535.9	20,375.46
3+000.00	7.83	72.3	0	0	20,983.66	535.9	20,447.76
3+010.00	9.63	86.16	0	0	21,069.82	535.9	20,533.92
3+020.00	10.21	98.69	0	0	21,168.52	535.9	20,632.62
3+030.00	8.37	93.01	0	0	21,261.52	535.9	20,725.62
3+040.00	7	76.9	0	0	21,338.42	535.9	20,802.52
3+050.00	5.29	61.43	0	0	21,399.85	535.9	20,863.95
3+060.00	5.08	51.86	0	0	21,451.72	535.9	20,915.82
3+070.00	5.22	51.54	0	0	21,503.25	535.9	20,967.35
3+080.00	5.21	52.19	0	0	21,555.44	535.9	21,019.54
3+090.00	5.24	52.28	0	0	21,607.73	535.9	21,071.83
3+100.00	5.92	55.79	0	0	21,663.51	535.9	21,127.62
3+110.00	6.05	59.81	0	0	21,723.33	535.9	21,187.43
3+120.00	6.4	62.21	0	0	21,785.54	535.9	21,249.64
3+130.00	6.63	65.1	0	0	21,850.65	535.9	21,314.75
3+140.00	6.79	67.05	0	0	21,917.70	535.9	21,381.80
3+150.00	6.73	67.58	0	0	21,985.27	535.9	21,449.38
3+160.00	6.24	64.85	0	0	22,050.13	535.9	21,514.23
3+170.00	5.32	57.8	0	0	22,107.93	535.9	21,572.03
3+180.00	4.47	48.94	0	0	22,156.86	535.9	21,620.96
3+190.00	5.2	48.34	0	0	22,205.20	535.9	21,669.30
3+200.00	6.22	57.12	0	0	22,262.32	535.9	21,726.42
3+210.00	7.74	69.8	0	0	22,332.12	535.9	21,796.22
3+220.00	8.53	81.36	0	0	22,413.48	535.9	21,877.58
3+230.00	8.68	86.12	0	0	22,499.60	535.9	21,963.70
3+240.00	8.27	84.81	0	0	22,584.41	535.9	22,048.51
3+250.00	7.72	79.99	0	0	22,664.40	535.9	22,128.50
3+260.00	6.84	72.82	0	0	22,737.22	535.9	22,201.32
3+270.00	6.79	68.09	0	0	22,805.32	535.9	22,269.42
3+280.00	6.4	65.69	0	0	22,871.01	535.9	22,335.11

3+290.00	5.73	60.24	0	0	22,931.25	535.9	22,395.35
3+300.00	6.04	58.58	0	0	22,989.83	535.9	22,453.93
3+310.00	6.1	60.64	0	0	23,050.47	535.9	22,514.57
3+320.00	6.34	62.2	0	0	23,112.66	535.9	22,576.76
3+330.00	7	66.65	0	0	23,179.31	535.9	22,643.41
3+340.00	7.41	71.71	0	0	23,251.02	535.9	22,715.12
3+350.00	8.48	77.98	0	0	23,329.00	535.9	22,793.10
3+360.00	8.35	81.71	0	0	23,410.71	535.9	22,874.81
3+370.00	8.16	80.03	0	0	23,490.74	535.9	22,954.84
3+380.00	7.41	75.37	0	0	23,566.11	535.9	23,030.21
3+390.00	8.12	74.58	0	0	23,640.70	535.9	23,104.80
3+400.00	8.11	78.35	0	0	23,719.05	535.9	23,183.15
3+410.00	7.87	78.89	0	0	23,797.94	535.9	23,262.04
3+420.00	7.62	77.37	0	0	23,875.31	535.9	23,339.41
3+430.00	7.23	74.25	0	0	23,949.56	535.9	23,413.66
3+440.00	6.59	68.88	0	0	24,018.44	535.9	23,482.54
3+450.00	7.77	70.79	0	0	24,089.23	535.9	23,553.33
3+460.00	8.48	79.79	0	0	24,169.02	535.9	23,633.12
3+470.00	8.41	83.91	0	0	24,252.93	535.9	23,717.03
3+480.00	7.86	81.33	0	0	24,334.26	535.9	23,798.36
3+490.00	7.78	78.21	0	0	24,412.48	535.9	23,876.58
3+500.00	6.62	72.02	0	0	24,484.50	535.9	23,948.60
3+510.00	5.53	60.75	0	0	24,545.25	535.9	24,009.35
3+520.00	5.43	54.81	0	0	24,600.05	535.9	24,064.16
3+530.00	5.9	56.66	0	0	24,656.71	535.9	24,120.81
3+540.00	6.93	64.14	0	0	24,720.85	535.9	24,184.95
3+550.00	7.1	70.16	0	0	24,791.01	535.9	24,255.11
3+560.00	7.77	74.31	0	0	24,865.32	535.9	24,329.42
3+570.00	8.39	79.54	0	0	24,944.86	535.9	24,408.97
3+580.00	11.5	95.42	0	0	25,040.29	535.9	24,504.39
3+590.00	16.76	131.24	0	0	25,171.53	535.9	24,635.63
3+600.00	25.08	191	0	0	25,362.53	535.9	24,826.63
3+610.00	40.02	305.76	0	0	25,668.29	535.9	25,132.39
3+620.00	43.37	390.05	0	0	26,058.34	535.9	25,522.44
3+630.00	24.84	307.29	0	0	26,365.63	535.9	25,829.73
3+640.00	14.79	178.45	0	0	26,544.08	535.9	26,008.18
3+650.00	13.13	134.21	0	0	26,678.29	535.9	26,142.39
3+660.00	16.54	148.34	0	0	26,826.63	535.9	26,290.73
3+670.00	19.31	179.27	0	0	27,005.90	535.9	26,470.00
3+680.00	18.45	188.82	0	0	27,194.72	535.9	26,658.82
3+690.00	14.37	164.11	0	0	27,358.83	535.9	26,822.93
3+700.00	8.87	116.24	0	0	27,475.07	535.9	26,939.17

3+710.00	11.16	100.47	0	0	27,575.54	535.9	27,039.64
3+720.00	12.67	120.03	0	0	27,695.57	535.9	27,159.67
3+730.00	18.65	157.95	0	0	27,853.53	535.9	27,317.63
3+740.00	21.63	203.19	0	0	28,056.72	535.9	27,520.82
3+750.00	16.01	189.78	0	0	28,246.50	535.9	27,710.60
3+760.00	13.46	148.55	0	0	28,395.05	535.9	27,859.15
3+770.00	17.43	155.88	0	0	28,550.92	535.9	28,015.02
3+780.00	18.43	180.99	0	0	28,731.91	535.9	28,196.01
3+790.00	19.85	193.05	0	0	28,924.96	535.9	28,389.07
3+800.00	18.95	195.63	0	0	29,120.60	535.9	28,584.70
3+810.00	14.52	167.37	0	0	29,287.97	535.9	28,752.07
3+820.00	9.4	119.63	0	0	29,407.60	535.9	28,871.70
3+830.00	18.02	137.12	0	0	29,544.72	535.9	29,008.82
3+840.00	19.22	186.23	0	0	29,730.95	535.9	29,195.05
3+850.00	16.18	172.37	0	0	29,903.32	535.9	29,367.43
3+860.00	8.8	118.93	0	0	30,022.25	535.9	29,486.36
3+870.00	7.23	77.67	0	0	30,099.93	535.9	29,564.03
3+880.00	7.59	72.63	0	0	30,172.56	535.9	29,636.66
3+890.00	8.26	78.82	0	0	30,251.39	535.9	29,715.49
3+900.00	9.96	91.12	0	0	30,342.51	535.9	29,806.61
3+910.00	11.11	105.33	0	0	30,447.85	535.9	29,911.95
3+920.00	13.9	126.38	0	0	30,574.22	535.9	30,038.32
3+930.00	12.99	126.19	0	0	30,700.41	535.9	30,164.51
3+940.00	9.63	103.59	0	0	30,804.00	535.9	30,268.10
3+950.00	8.81	91.24	0	0	30,895.23	535.9	30,359.34
3+960.00	9.02	89.17	0	0	30,984.40	535.9	30,448.50
3+970.00	9.97	94.78	0	0	31,079.18	535.9	30,543.29
3+980.00	10.23	100.75	0	0	31,179.93	535.9	30,644.03
3+990.00	6.95	85.58	0	0	31,265.51	535.9	30,729.62
4+000.00	7.03	69.8	0	0	31,335.32	535.9	30,799.42
4+010.00	5.54	62.85	0	0	31,398.17	535.9	30,862.27
4+020.00	4.72	51.34	0	0	31,449.51	535.9	30,913.61
4+030.00	4.53	46.11	0	0	31,495.62	535.9	30,959.72
4+040.00	5.02	47.68	0	0	31,543.30	535.9	31,007.40
4+050.00	5.38	51.98	0	0	31,595.28	535.9	31,059.38
4+060.00	5.73	55.52	0	0	31,650.81	535.9	31,114.91
4+070.00	6.04	58.85	0	0	31,709.65	535.9	31,173.75
4+080.00	6.57	63.07	0	0	31,772.72	535.9	31,236.82
4+090.00	6.8	66.86	0	0	31,839.58	535.9	31,303.68
4+100.00	6.89	68.47	0	0	31,908.05	535.9	31,372.15
4+110.00	6.7	67.97	0	0	31,976.01	535.9	31,440.12
4+120.00	6.34	65.26	0	0	32,041.27	535.9	31,505.37

4+130.00	5.58	59.62	0	0	32,100.90	535.9	31,565.00
4+140.00	5.35	54.62	0	0	32,155.52	535.9	31,619.62
4+150.00	5.34	53.4	0	0	32,208.92	535.9	31,673.02
4+160.00	5.29	53.07	0	0	32,261.99	535.9	31,726.09
4+170.00	5.19	52.35	0	0	32,314.35	535.9	31,778.45
4+180.00	5.26	52.23	0	0	32,366.57	535.9	31,830.67
4+190.00	5.67	54.64	0	0	32,421.21	535.9	31,885.31
4+200.00	6.18	59.27	0	0	32,480.49	535.9	31,944.59
4+210.00	6.4	62.93	0	0	32,543.42	535.9	32,007.52
4+220.00	6.53	64.69	0	0	32,608.12	535.9	32,072.22
4+230.00	6.55	65.44	0	0	32,673.55	535.9	32,137.66
4+240.00	6.52	65.38	0	0	32,738.93	535.9	32,203.03
4+250.00	6.65	65.85	0	0	32,804.78	535.9	32,268.88
4+260.00	6.84	67.46	0	0	32,872.23	535.9	32,336.33
4+270.00	6.95	68.97	0	0	32,941.20	535.9	32,405.30
4+280.00	6.85	68.98	0	0	33,010.19	535.9	32,474.29
4+290.00	6.96	69.04	0	0	33,079.23	535.9	32,543.33
4+300.00	6.98	69.72	0	0	33,148.95	535.9	32,613.05
4+310.00	7.29	71.35	0	0	33,220.30	535.9	32,684.40
4+320.00	8.59	79.37	0	0	33,299.66	535.9	32,763.77
4+330.00	7.65	81.17	0	0	33,380.84	535.9	32,844.94
4+340.00	6.6	71.22	0	0	33,452.06	535.9	32,916.16
4+350.00	6.08	63.39	0	0	33,515.45	535.9	32,979.55
4+360.00	6.5	62.91	0	0	33,578.36	535.9	33,042.46
4+370.00	6.58	65.41	0	0	33,643.78	535.9	33,107.88
4+380.00	6.53	65.54	0	0	33,709.32	535.9	33,173.42
4+390.00	6.22	63.76	0	0	33,773.07	535.9	33,237.18
4+400.00	5.99	61.06	0	0	33,834.13	535.9	33,298.23
4+410.00	5.64	58.14	0	0	33,892.27	535.9	33,356.38
4+420.00	5.48	55.59	0	0	33,947.87	535.9	33,411.97
4+430.00	5.31	53.95	0	0	34,001.81	535.9	33,465.91
4+440.00	5.44	53.75	0	0	34,055.57	535.9	33,519.67
4+450.00	5.62	55.28	0	0	34,110.85	535.9	33,574.95
4+460.00	5.51	55.63	0	0	34,166.48	535.9	33,630.58
4+470.00	5.35	54.3	0	0	34,220.77	535.9	33,684.88
4+480.00	5.19	52.7	0	0	34,273.47	535.9	33,737.57
4+490.00	5.37	52.79	0	0	34,326.26	535.9	33,790.36
4+500.00	5.66	55.14	0	0	34,381.40	535.9	33,845.50
4+510.00	5.59	56.23	0	0	34,437.63	535.9	33,901.73
4+520.00	5.5	55.42	0	0	34,493.05	535.9	33,957.16
4+530.00	5.58	55.38	0	0	34,548.43	535.9	34,012.53
4+540.00	5.45	55.14	0	0	34,603.57	535.9	34,067.67

4+550.00	5.81	56.31	0	0	34,659.88	535.9	34,123.98
4+560.00	6.46	61.37	0	0	34,721.26	535.9	34,185.36
4+570.00	6.95	67.08	0	0	34,788.33	535.9	34,252.43
4+580.00	7.72	73.34	0	0	34,861.67	535.9	34,325.77
4+590.00	8.54	81.26	0	0	34,942.93	535.9	34,407.03
4+600.00	8.57	85.56	0	0	35,028.48	535.9	34,492.58
4+610.00	9.32	88.13	0	0	35,116.61	535.9	34,580.71
4+620.00	8.74	86.85	0	0	35,203.45	535.9	34,667.56
4+630.00	9.31	86.08	0	0	35,289.54	535.9	34,753.64
4+640.00	8.21	84.68	0	0	35,374.21	535.9	34,838.32
4+650.00	6.87	74.85	0	0	35,449.07	535.9	34,913.17
4+660.00	7.59	72.3	0	0	35,521.37	535.9	34,985.47
4+670.00	8.84	82.14	0	0	35,603.51	535.9	35,067.61
4+680.00	8.46	86.47	0	0	35,689.98	535.9	35,154.08
4+690.00	7.83	81.42	0	0	35,771.41	535.9	35,235.51
4+700.00	7.39	76.1	0	0	35,847.50	535.9	35,311.61
4+710.00	7.18	72.88	0	0	35,920.38	535.9	35,384.49
4+720.00	7.12	71.53	0	0	35,991.91	535.9	35,456.01
4+730.00	7.09	71.08	0	0	36,062.99	535.9	35,527.09
4+740.00	7.56	73.26	0	0	36,136.25	535.9	35,600.35
4+750.00	8.7	81.3	0	0	36,217.55	535.9	35,681.65
4+760.00	12.82	107.6	0	0	36,325.14	535.9	35,789.24
4+770.00	7.2	100	0	0	36,425.14	535.9	35,889.24
4+780.00	6.77	69.29	0	0	36,494.43	535.9	35,958.53
4+790.00	6.83	67.83	0	0	36,562.26	535.9	36,026.36
4+800.00	6.94	68.85	0	0	36,631.10	535.9	36,095.21
4+810.00	7.29	71.25	0	0	36,702.35	535.9	36,166.46
4+820.00	7.31	73.1	0	0	36,775.46	535.9	36,239.56
4+830.00	7.01	71.64	0	0	36,847.10	535.9	36,311.20
4+840.00	6.63	68.21	0	0	36,915.31	535.9	36,379.41
4+850.00	7.25	69.54	0	0	36,984.85	535.9	36,448.95
4+860.00	7.11	72.16	0	0	37,057.00	535.9	36,521.11
4+870.00	7.17	71.73	0	0	37,128.74	535.9	36,592.84
4+880.00	7.26	72.37	0	0	37,201.11	535.9	36,665.21
4+890.00	7.36	73.14	0	0	37,274.24	535.9	36,738.34
4+900.00	7.32	73.41	0	0	37,347.65	535.9	36,811.75
4+910.00	7.05	71.89	0	0	37,419.54	535.9	36,883.64
4+920.00	7.2	71.02	0	0	37,490.56	535.9	36,954.66
4+930.00	6.41	66.92	0	0	37,557.47	535.9	37,021.58
4+940.00	4.43	52.79	0.01	0.07	37,610.26	535.97	37,074.30
4+950.00	5.1	46.4	0	0.07	37,656.66	536.04	37,120.63
4+960.00	6.12	55.41	0	0	37,712.07	536.04	37,176.03

4+970.00	6.72	64.16	0	0	37,776.23	536.04	37,240.20
4+980.00	6.57	66.45	0	0	37,842.68	536.04	37,306.64
4+990.00	6.71	66.39	0	0	37,909.07	536.04	37,373.03
5+000.00	7.05	68.65	0	0	37,977.72	536.04	37,441.69
5+010.00	7.67	73.57	0	0	38,051.29	536.04	37,515.26
5+020.00	6.8	72.57	0	0	38,123.87	536.04	37,587.83
5+030.00	5.37	60.85	0	0	38,184.71	536.04	37,648.68
5+040.00	4.42	48.64	0	0	38,233.35	536.04	37,697.32
5+050.00	4.16	42.45	0	0	38,275.80	536.04	37,739.77
5+060.00	3.98	40.35	0	0	38,316.15	536.04	37,780.12
5+070.00	1.97	29.64	0	0	38,345.80	536.04	37,809.76
5+080.00	5.06	35.13	0	0	38,380.93	536.04	37,844.89
5+090.00	6.01	55.37	0	0	38,436.29	536.04	37,900.26
5+100.00	7.81	69.1	0	0	38,505.40	536.04	37,969.36
5+110.00	9.48	86.39	0	0	38,591.78	536.04	38,055.75
5+120.00	10.96	102.1	0	0	38,693.89	536.04	38,157.85
5+130.00	11.33	111.36	0	0	38,805.25	536.04	38,269.21
5+140.00	11.06	111.94	0	0	38,917.19	536.04	38,381.15
5+150.00	10.56	108.1	0	0	39,025.28	536.04	38,489.25
5+160.00	9.65	101.08	0	0	39,126.36	536.04	38,590.32
5+170.00	9.25	94.54	0	0	39,220.90	536.04	38,684.87
5+180.00	8.6	89.29	0	0	39,310.19	536.04	38,774.16
5+190.00	8.12	83.47	0	0	39,393.67	536.04	38,857.63
5+200.00	10.54	91.59	0	0	39,485.25	536.04	38,949.22
5+210.00	9.52	96.84	0	0	39,582.10	536.04	39,046.06
5+220.00	7.59	83.88	0	0	39,665.98	536.04	39,129.95
5+230.00	7.32	74.37	0	0	39,740.35	536.04	39,204.32
5+240.00	7.44	73.8	0	0	39,814.15	536.04	39,278.12
5+250.00	8.32	78.81	0	0	39,892.97	536.04	39,356.93
5+260.00	10.75	95.33	0	0	39,988.30	536.04	39,452.26
5+270.00	13.08	119.14	0	0	40,107.43	536.04	39,571.40
5+280.00	14.11	135.96	0	0	40,243.40	536.04	39,707.36
5+290.00	14.2	141.55	0	0	40,384.95	536.04	39,848.91
5+300.00	10.37	122.82	0	0	40,507.77	536.04	39,971.73
5+310.00	4.41	76.96	0	0	40,584.72	536.04	40,048.69
5+320.00	4.97	54.46	0	0	40,639.18	536.04	40,103.15
5+330.00	10.22	76.95	0	0	40,716.13	536.04	40,180.10
5+340.00	15.93	129.32	0	0	40,845.45	536.04	40,309.41
5+350.00	14.72	148.18	0	0	40,993.62	536.04	40,457.59
5+360.00	11.67	131.2	0	0	41,124.82	536.04	40,588.79
5+370.00	9.37	105.19	0	0	41,230.02	536.04	40,693.98
5+380.00	8.95	91.6	0	0	41,321.62	536.04	40,785.58

5+390.00	10.21	95.86	0	0	41,417.48	536.04	40,881.44
5+400.00	12.4	113.17	0	0	41,530.65	536.04	40,994.61
5+410.00	13.52	129.73	0	0	41,660.37	536.04	41,124.34
5+420.00	10.96	122.55	0	0	41,782.93	536.04	41,246.89
5+430.00	8.67	98.36	0	0	41,881.29	536.04	41,345.25
5+440.00	6.98	78.4	0	0	41,959.69	536.04	41,423.66
5+450.00	6.94	69.68	0	0	42,029.38	536.04	41,493.34
5+460.00	7.84	73.88	0	0	42,103.26	536.04	41,567.22
5+470.00	8.05	79.4	0	0	42,182.66	536.04	41,646.63
5+480.00	7.32	76.43	0	0	42,259.10	536.04	41,723.06
5+490.00	8.46	77.79	0	0	42,336.88	536.04	41,800.85
5+500.00	9.81	89.59	0	0	42,426.47	536.04	41,890.43
5+510.00	10.54	99.81	0	0	42,526.28	536.04	41,990.25
5+520.00	14.55	124.24	0	0	42,650.53	536.04	42,114.49
5+530.00	10.4	124.75	0	0	42,775.28	536.04	42,239.25
5+540.00	10.57	104.82	0	0	42,880.10	536.04	42,344.07
5+550.00	9.29	99.28	0	0	42,979.38	536.04	42,443.34
5+560.00	8.11	87	0	0	43,066.39	536.04	42,530.35
5+570.00	7.71	79.11	0	0	43,145.49	536.04	42,609.46
5+580.00	8.12	79.16	0	0	43,224.66	536.04	42,688.62
5+590.00	8.75	84.37	0	0	43,309.03	536.04	42,772.99
5+600.00	8.71	87.31	0	0	43,396.33	536.04	42,860.30
5+610.00	11.49	101.03	0	0	43,497.36	536.04	42,961.33
5+620.00	12.65	120.72	0	0	43,618.08	536.04	43,082.05
5+630.00	13.49	130.71	0	0	43,748.79	536.04	43,212.75
5+640.00	13.52	135.7	0	0	43,884.49	536.04	43,348.45
5+650.00	12.52	131.87	0	0	44,016.35	536.04	43,480.32
5+660.00	10.85	118.49	0	0	44,134.84	536.04	43,598.80
5+670.00	10.95	110.36	0	0	44,245.19	536.04	43,709.16
5+680.00	9.02	100.88	0	0	44,346.07	536.04	43,810.04
5+690.00	10.25	97.35	0	0	44,443.42	536.04	43,907.39
5+700.00	14.45	125.39	0	0	44,568.81	536.04	44,032.77
5+710.00	15.33	151.41	0	0	44,720.22	536.04	44,184.18
5+720.00	17.85	168.92	0	0	44,889.14	536.04	44,353.10
5+730.00	17.6	180.81	0	0	45,069.94	536.04	44,533.91
5+740.00	18.75	185.4	0	0	45,255.35	536.04	44,719.31
5+750.00	16.72	179.45	0	0	45,434.80	536.04	44,898.76
5+760.00	18.04	173.79	0	0	45,608.59	536.04	45,072.56
5+770.00	20.58	193.09	0	0	45,801.68	536.04	45,265.65
5+780.00	24.95	231.3	0	0	46,032.98	536.04	45,496.94
5+790.00	25.9	263.01	0	0	46,295.99	536.04	45,759.95
5+800.00	24.9	260.45	0	0	46,556.43	536.04	46,020.40

5+810.00	32.51	287.02	0	0	46,843.46	536.04	46,307.42
5+820.00	33.19	328.48	0	0	47,171.93	536.04	46,635.90
5+830.00	28.76	309.73	0	0	47,481.66	536.04	46,945.63
5+840.00	21.07	249.13	0	0	47,730.80	536.04	47,194.76
5+850.00	17.19	191.28	0	0	47,922.07	536.04	47,386.04
5+860.00	14.79	154.13	0	0	48,076.20	536.04	47,540.17
5+870.00	21.15	188.16	0	0	48,264.36	536.04	47,728.32
5+880.00	20.41	233.59	0	0	48,497.95	536.04	47,961.91
5+890.00	12.21	169.98	0	0	48,667.93	536.04	48,131.89
5+900.00	8.11	101.6	0	0	48,769.53	536.04	48,233.49
5+910.00	6.26	71.88	0	0	48,841.41	536.04	48,305.38
5+920.00	6.05	61.55	0	0	48,902.96	536.04	48,366.92
5+930.00	7.54	67.92	0	0	48,970.88	536.04	48,434.84
5+940.00	5.68	66.09	0	0	49,036.97	536.04	48,500.93
5+950.00	5.76	57.18	0	0	49,094.15	536.04	48,558.11
5+960.00	6.45	61.01	0	0	49,155.16	536.04	48,619.12
5+970.00	8.51	74.92	0	0	49,230.08	536.04	48,694.05
5+980.00	7.65	81.05	0	0	49,311.13	536.04	48,775.10
5+990.00	6.11	68.85	0	0	49,379.99	536.04	48,843.95
6+000.00	5.9	60.08	0	0	49,440.06	536.04	48,904.03
6+010.00	5.84	58.72	0	0	49,498.79	536.04	48,962.75
6+020.00	5.27	55.39	0	0	49,554.17	536.04	49,018.14
6+030.00	5.46	53.45	0	0	49,607.62	536.04	49,071.58
6+040.00	6.1	57.9	0	0	49,665.52	536.04	49,129.48
6+050.00	5.91	60.19	0	0	49,725.71	536.04	49,189.67
6+060.00	6.32	61.17	0	0	49,786.88	536.04	49,250.84
6+070.00	9.27	77.93	0	0	49,864.81	536.04	49,328.77
6+080.00	12.48	108.74	0	0	49,973.55	536.04	49,437.51
6+090.00	11.85	121.66	0	0	50,095.20	536.04	49,559.17
6+100.00	8.71	102.81	0	0	50,198.01	536.04	49,661.97
6+110.00	7.12	79.16	0	0	50,277.17	536.04	49,741.14
6+120.00	7.28	72	0	0	50,349.17	536.04	49,813.13
6+130.00	7.84	75.58	0	0	50,424.75	536.04	49,888.72
6+140.00	7.07	74.67	0	0	50,499.42	536.04	49,963.39
6+150.00	6.48	67.51	0	0	50,566.94	536.04	50,030.90
6+160.00	6.89	66	0	0	50,632.93	536.04	50,096.90
6+170.00	7.79	72.67	0	0	50,705.60	536.04	50,169.56
6+180.00	7.64	76.95	0	0	50,782.55	536.04	50,246.51
6+190.00	7.69	76.66	0	0	50,859.21	536.04	50,323.17
6+200.00	7.14	74.13	0	0	50,933.34	536.04	50,397.31
6+210.00	7.17	71.56	0	0	51,004.91	536.04	50,468.87
6+220.00	7.27	72.21	0	0	51,077.12	536.04	50,541.08

6+230.00	9.37	83.19	0	0	51,160.30	536.04	50,624.27
6+240.00	8.39	88.8	0	0	51,249.10	536.04	50,713.06
6+250.00	7.85	81.18	0	0	51,330.28	536.04	50,794.24
6+260.00	7.46	76.53	0	0	51,406.81	536.04	50,870.77
6+270.00	6.84	71.51	0	0	51,478.32	536.04	50,942.28
6+280.00	6.84	68.42	0	0	51,546.73	536.04	51,010.70
6+290.00	5.75	62.96	0	0	51,609.69	536.04	51,073.66
6+300.00	6.31	60.29	0	0	51,669.98	536.04	51,133.94
6+310.00	6.53	64.21	0	0	51,734.19	536.04	51,198.16
6+320.00	6.84	66.87	0	0	51,801.06	536.04	51,265.02
6+330.00	7	69.19	0	0	51,870.25	536.04	51,334.22
6+340.00	7.4	71.99	0	0	51,942.24	536.04	51,406.21
6+350.00	7.69	75.42	0	0	52,017.66	536.04	51,481.62
6+360.00	7.45	75.69	0	0	52,093.35	536.04	51,557.32
6+370.00	6.9	71.75	0	0	52,165.10	536.04	51,629.07
6+380.00	6.71	68.01	0	0	52,233.11	536.04	51,697.08
6+390.00	6.75	67.29	0	0	52,300.41	536.04	51,764.37
6+400.00	6.52	66.38	0	0	52,366.79	536.04	51,830.75
6+410.00	6.8	66.61	0	0	52,433.40	536.04	51,897.36
6+420.00	6.85	68.25	0	0	52,501.65	536.04	51,965.61
6+430.00	6.9	68.78	0	0	52,570.43	536.04	52,034.39
6+440.00	6.61	67.54	0	0	52,637.97	536.04	52,101.93
6+450.00	6.41	65.07	0	0	52,703.04	536.04	52,167.01
6+460.00	6.84	66.22	0	0	52,769.27	536.04	52,233.23
6+470.00	7.49	71.65	0	0	52,840.91	536.04	52,304.88
6+480.00	7.56	75.29	0	0	52,916.20	536.04	52,380.17
6+490.00	7.28	74.21	0	0	52,990.42	536.04	52,454.38
6+500.00	6.25	67.65	0	0	53,058.06	536.04	52,522.03
6+510.00	6.71	64.83	0	0	53,122.90	536.04	52,586.86
6+510.36	6.8	2.42	0	0	53,125.32	536.04	52,589.28

9 VARIANTES SUGERIDAS AL PROYECTO

Terminado y aprobado el diseño geométrico por parte de la Prefectura de Loja, en base a los análisis técnicos se sugiere tomar en cuenta las siguientes variantes para la etapa de construcción del proyecto:

9.1 VARIANTE 1 (1+740-1+970)

Problemática: No existe una distancia de visibilidad suficiente, por lo tanto, la visual no es suficiente, por lo que se sugiere mejorar el radio de curvatura.

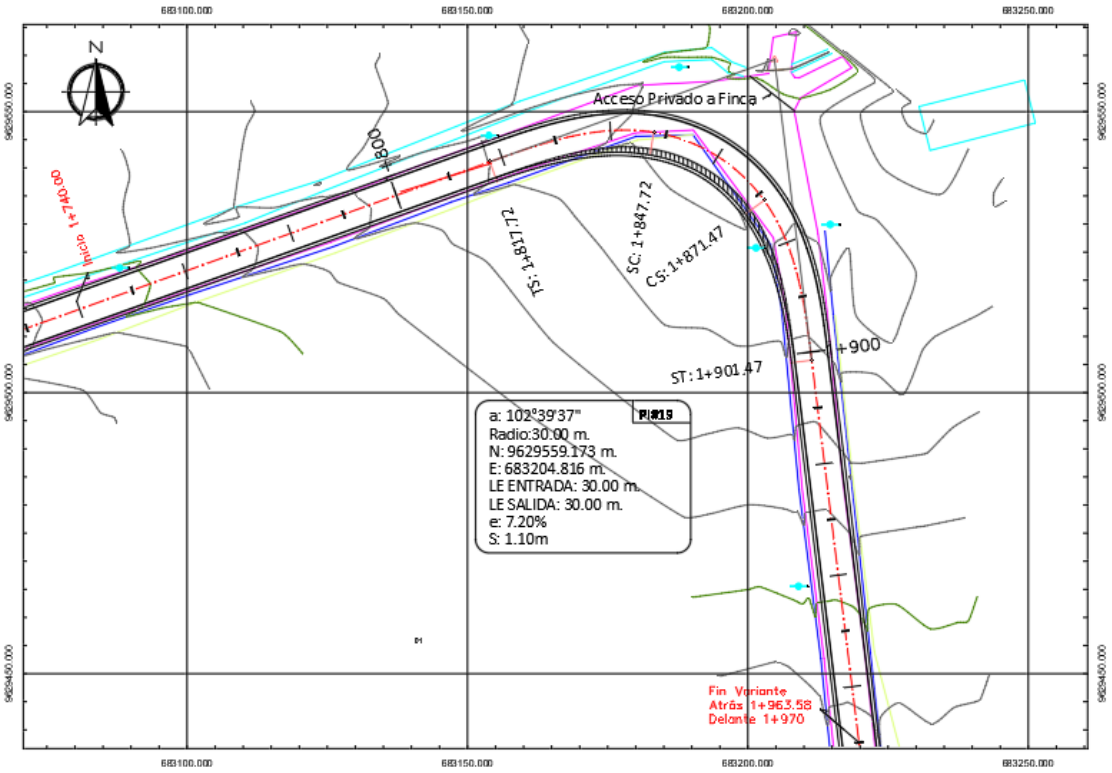


Ilustración 4 Estado actual estudio aprobado

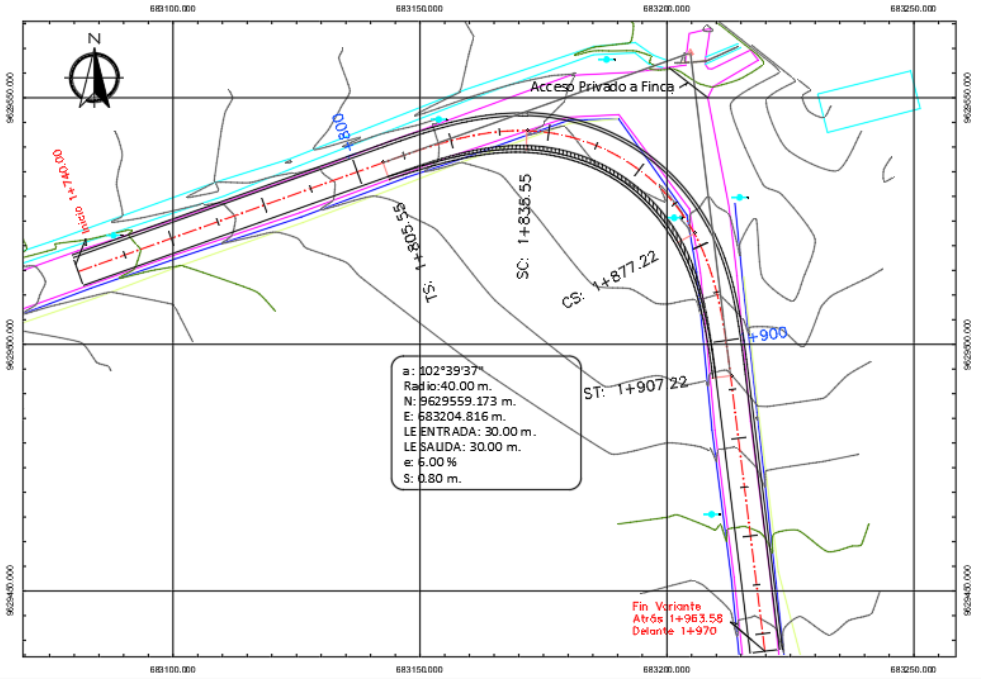


Ilustración 5 Variante sugerida

Solución: Al mejorar el radio de curvatura pasamos de una curva espiral de radio: 30,00 m. y Le de entrada y salida de 30,00 m. a una curva espiral de radio 40,00 m. y Le de entrada y salida de 30,00 m., mejorando la visual de la misma, cabe recalcar que al ser una zona de sembrío de cebollas no es necesario peinar el talud ya que el mismo es mínimo; además los accesos transversales que se aprecian en la parte norte son accesos particulares a fincas con tráfico ocasional que no amerita un diseño de intersección.

El resumen de los datos técnicos del análisis de la variante se presenta a continuación:

Tabla 20 Resumen de datos técnicos variante 1

	VARIANTE 1
Inicio Variante	1+740.00
Abscisa Atrás	1+963.58
Abscisa Adelante	1+970.00
Longitud Original (m.)	230.00
Longitud Variante (m.)	223.58
DIFERENCIA EN LONGITUD (m.)	-6.42
Vol. Original Corte (m3)	1353.98
Vol. Original Relleno (m3)	0.00
Vol. Variante Corte (m3)	1373.85
Vol. Variante Relleno (m3)	0.00
DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)	19.87
DIFERENCIA VOL. RELLENO (m3)	0.00

9.2 VARIANTE 2 (3+680-4+110)

Problemática: El radio de la curva espiral de retorno (PI#40), de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 15,00 m., posee una distancia de visibilidad insuficiente, además de un radio inferior al mínimo.

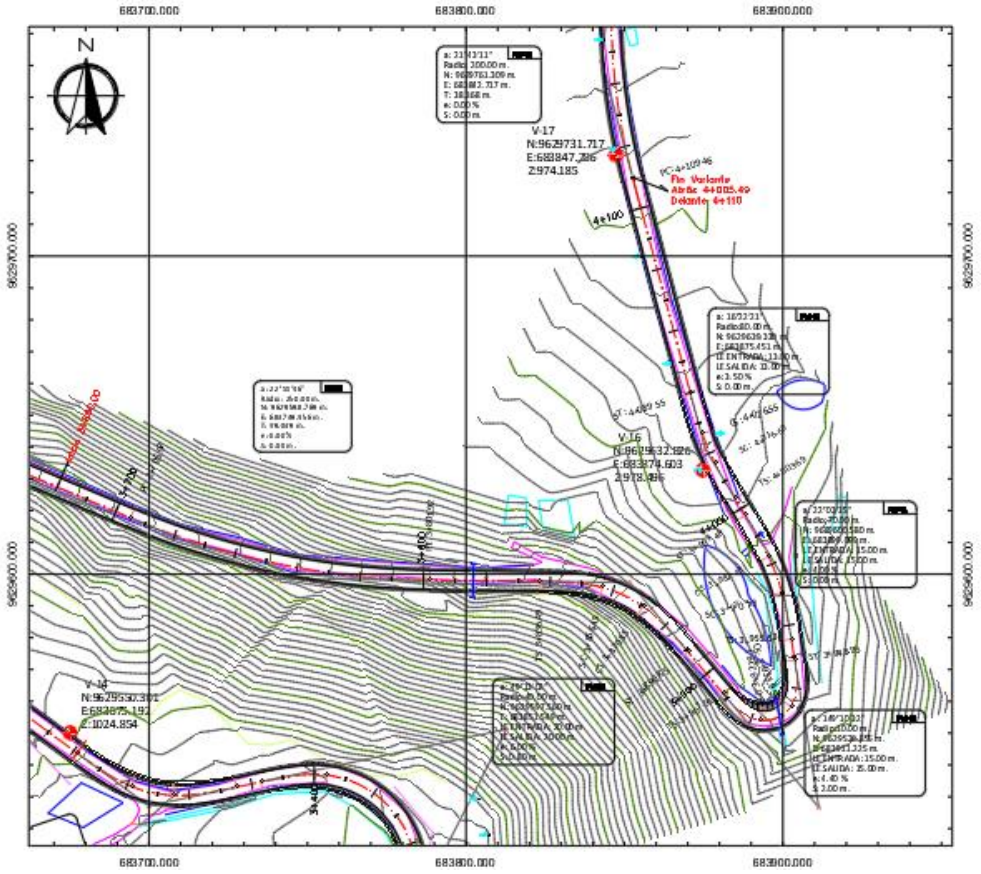


Ilustración 6 Estado actual estudio aprobado

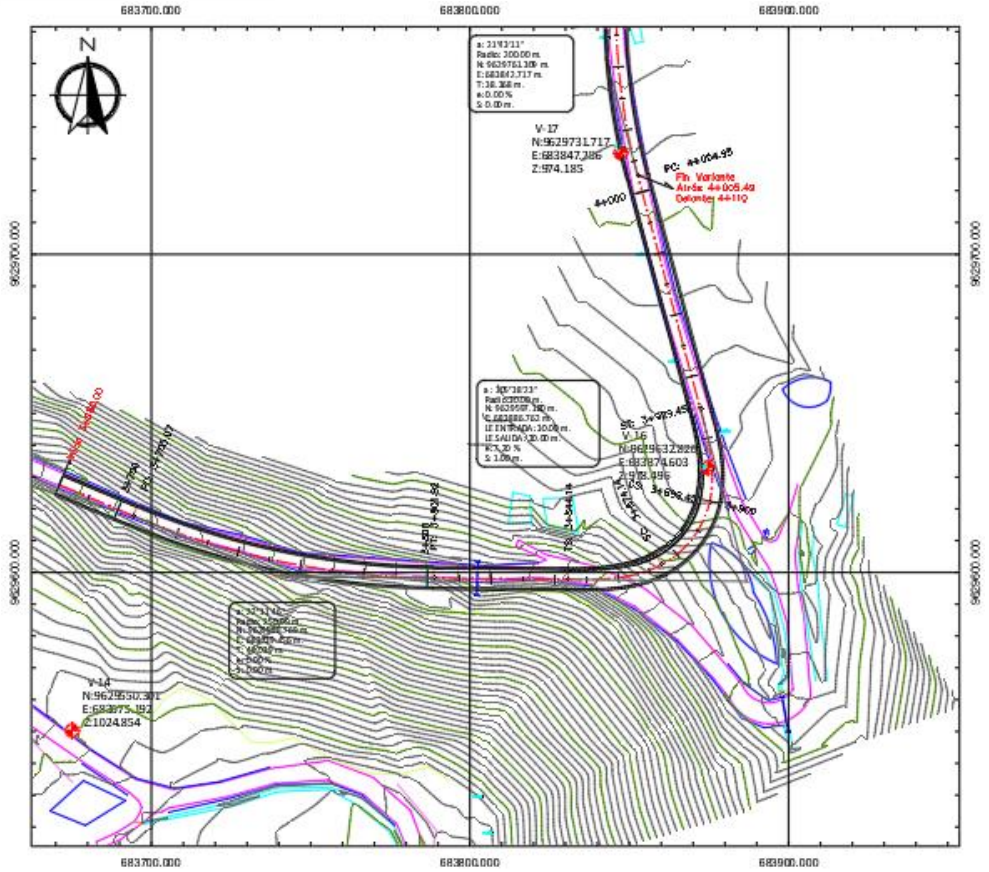


Ilustración 7 Variante sugerida

Solución: Al mejorar el radio de curvatura pasamos de una curva espiral de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 15,00 m. a una curva espiral de radio 30,00 m. y Le de entrada y salida de 30,00 m., mejorando la visual de esta. Además, se mejora sustancialmente el trazado al suprimir 3 curvas en el tramo de estudio sin sobrepasar la pendiente máxima del permisible teniendo una pendiente máxima en el tramo del 10,89 %.

El resumen de los datos técnicos del análisis de la variante se presenta a continuación:

Tabla 21 Resumen de datos técnicos de Variante 2

	VARIANTE 2
Inicio Variante	3+680.00
Abscisa Atrás	4+005.49
Abscisa Adelante	4+110.00
Longitud Original (m.)	430.00
Longitud Variante (m.)	325.49
DIFERENCIA EN LONGITUD (m.)	-104.51
Vol. Original Corte (m3)	4617.18
Vol. Original Relleno (m3)	0.00
Vol. Variante Corte (m3)	5207.62
Vol. Variante Relleno (m3)	1467.50
DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)	590.44
DIFERENCIA VOL. RELLENO (m3)	1467.50

9.3 VARIANTE 3 (5+240 – 5+460):

Problemática: El radio de la curva espiral de retorno (PI#53), de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 10,00 m., posee una distancia de visibilidad insuficiente, además de un radio inferior al mínimo que imposibilita desarrollar correctamente la transición del peralte y sobreancho por la presencia de una contracurva.

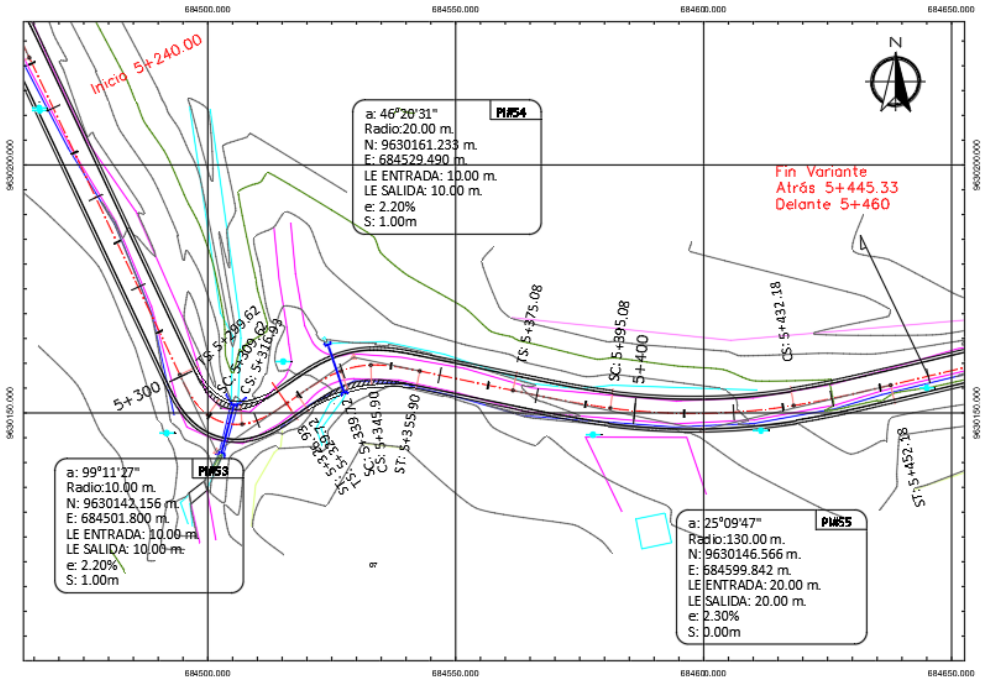


Ilustración 8 Estado actual estudio aprobado

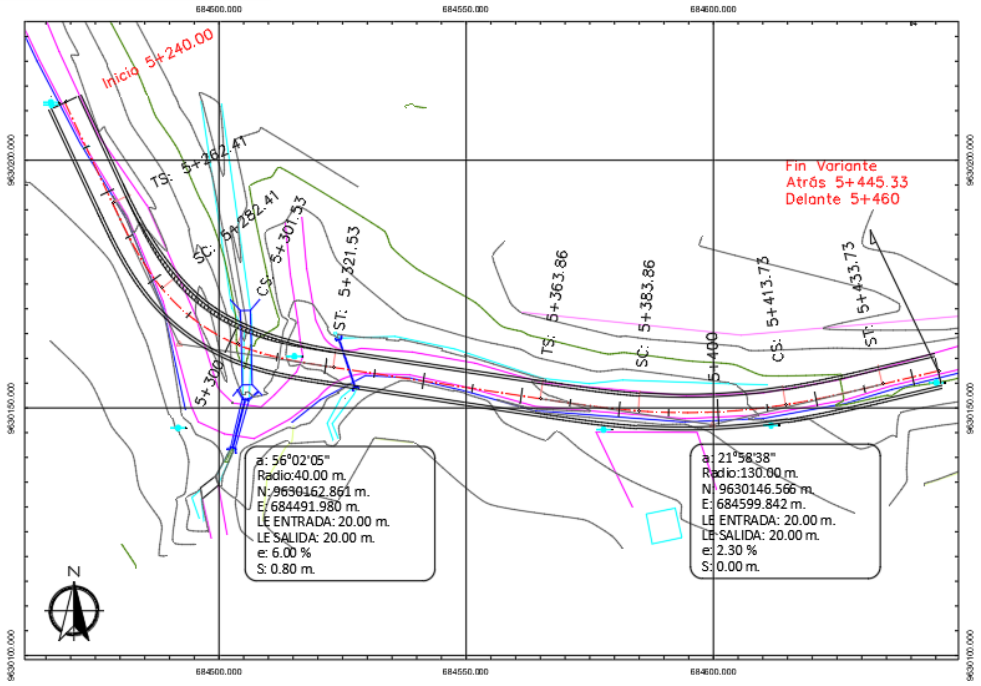


Ilustración 9 Variante sugerida

Solución: Al mejorar el radio de curvatura pasamos de una curva espiral de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 10,00 m. a una curva espiral de radio 40,00 m. y Le de entrada y salida de 20,00 m., mejorando el trazado y la visual de esta. Además, se mejora sustancialmente el trazado al suprimir la contracurva en el tramo de estudio, las pendientes verticales al ser mínimas prácticamente se mantienen.

Cabe recalcar que se necesitaría ampliar la alcantarilla en una longitud de 15,00 m. lo cual es completamente viable ya que se tienen profundidades no mayores a 3,00 m. en la quebrada.

El resumen de los datos técnicos del análisis de la variante se presenta a continuación:

Tabla 22 Resumen de datos técnicos Variante 3

	VARIANTE 3
Inicio Variante	5+240.00
Abscisa Atrás	5+445.33
Abscisa Adelante	5+460.00
Longitud Original (m.)	220.00
Longitud Variante (m.)	205.33
DIFERENCIA EN LONGITUD (m.)	-14.67
Vol. Original Corte (m3)	2210.29
Vol. Original Relleno (m3)	0.00
Vol. Variante Corte (m3)	1876.64
Vol. Variante Relleno (m3)	107.99
DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)	-333.65
DIFERENCIA VOL. RELLENO (m3)	107.99

9.4 VARIANTE 4 (5+760 – 6+090):

Problemática: El radio de la curva espiral de retorno (PI#59), de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 10,00 m., posee una distancia de visibilidad insuficiente, además de un radio inferior al mínimo.

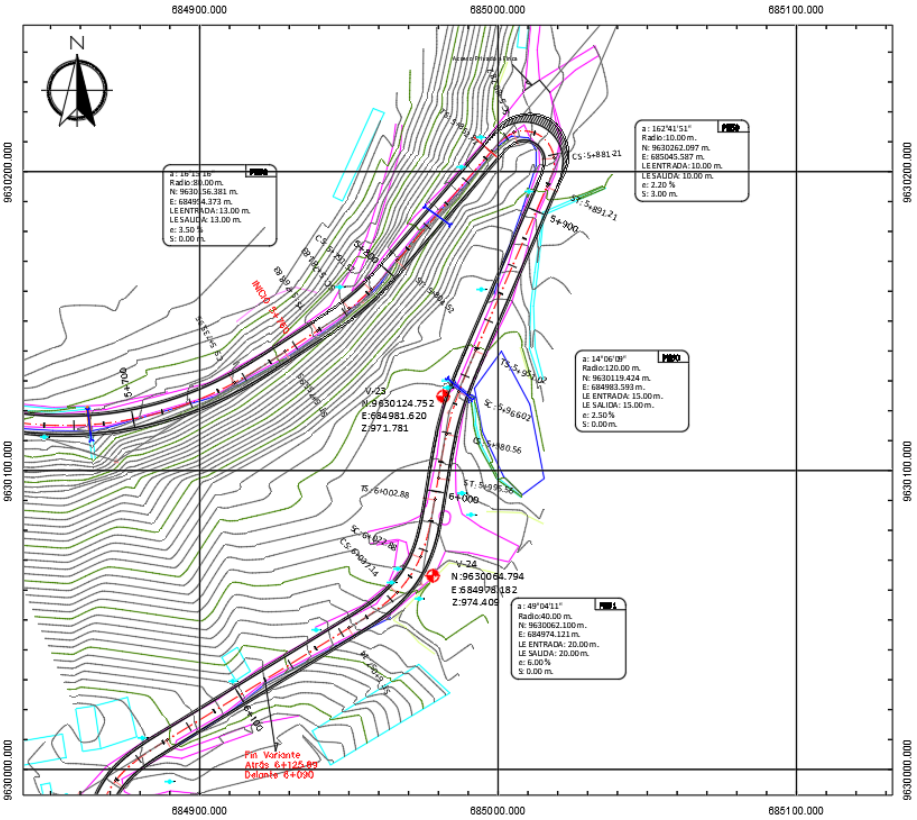


Ilustración 10 Estado actual estudio aprobado

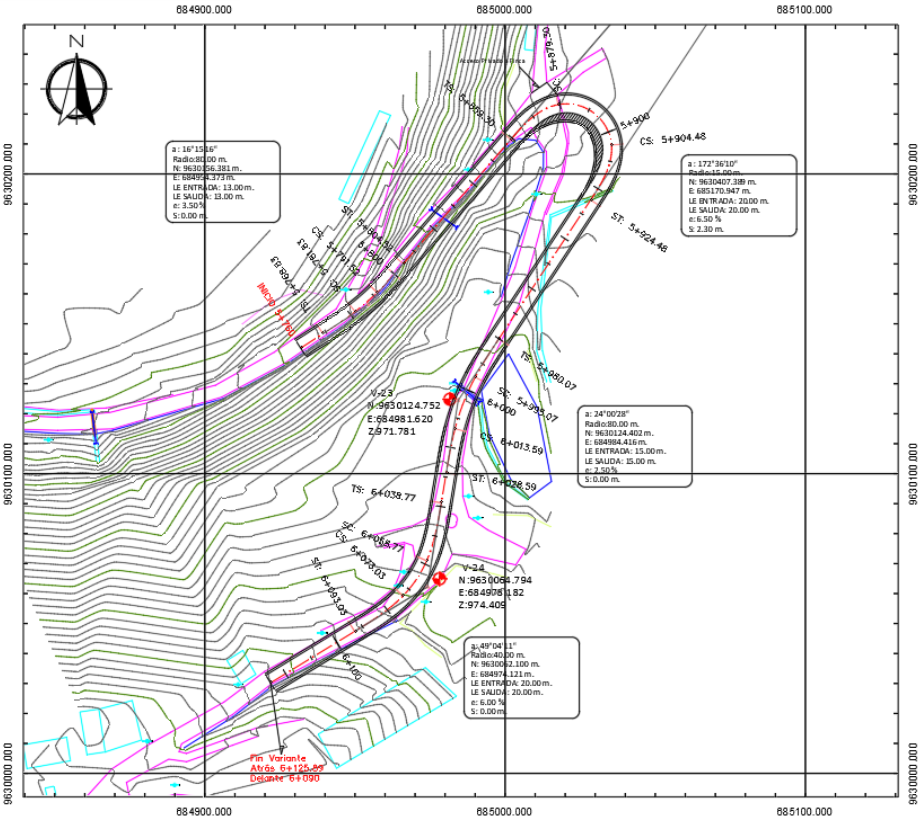


Ilustración 11 Variante sugerida

Solución: Al mejorar el radio de curvatura pasamos de una curva espiral de radio: 10,00 m. y Le de entrada y salida de 10,00 m. a una curva espiral de radio 15,00 m. y Le de entrada y salida de 20,00 m., mejorando el trazado horizontal y la visual de esta. Además, se mejora sustancialmente el trazado vertical ya que al tener una mayor longitud de desarrollo se pasa de una pendiente del 13,95 % a un 11,07 %.

Cabe recalcar que los accesos transversales que se aprecian en la parte Norte son accesos particulares a fincas con tráfico ocasional que no amerita un diseño de intersección.

El resumen de los datos técnicos del análisis de la variante se presenta a continuación:

Tabla 23 Resumen de datos técnicos Variante 4

	VARIANTE 4
Inicio Variante	5+760.00
Abscisa Atrás	6+125.89
Abscisa Adelante	6+090.00
Longitud Original (m.)	330.00
Longitud Variante (m.)	365.89
DIFERENCIA EN LONGITUD (m.)	35.89
Vol. Original Corte (m3)	4293.52
Vol. Original Relleno (m3)	0.00
Vol. Variante Corte (m3)	5488.93
Vol. Variante Relleno (m3)	0.00
DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)	1195.41
DIFERENCIA VOL. RELLENO (m3)	0.00

9.5 BERMAS EXTRAS SUGERIDADAS AL PROYECTO:

Debido a que existen curvas en las cuales el radio de curvatura es menor al mínimo y no pueden ser mejoradas por razones topográficas y sociales, se propone la creación de bermas de 4,00 metros para mejorar la visual, esto se da en la curva PI # 12 y PI # 37.

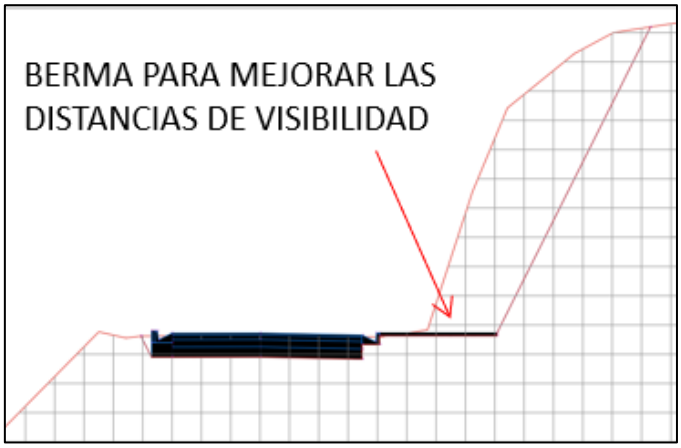


Ilustración 11. Berma sugerida de 4,00 m. para mejorar la visual.

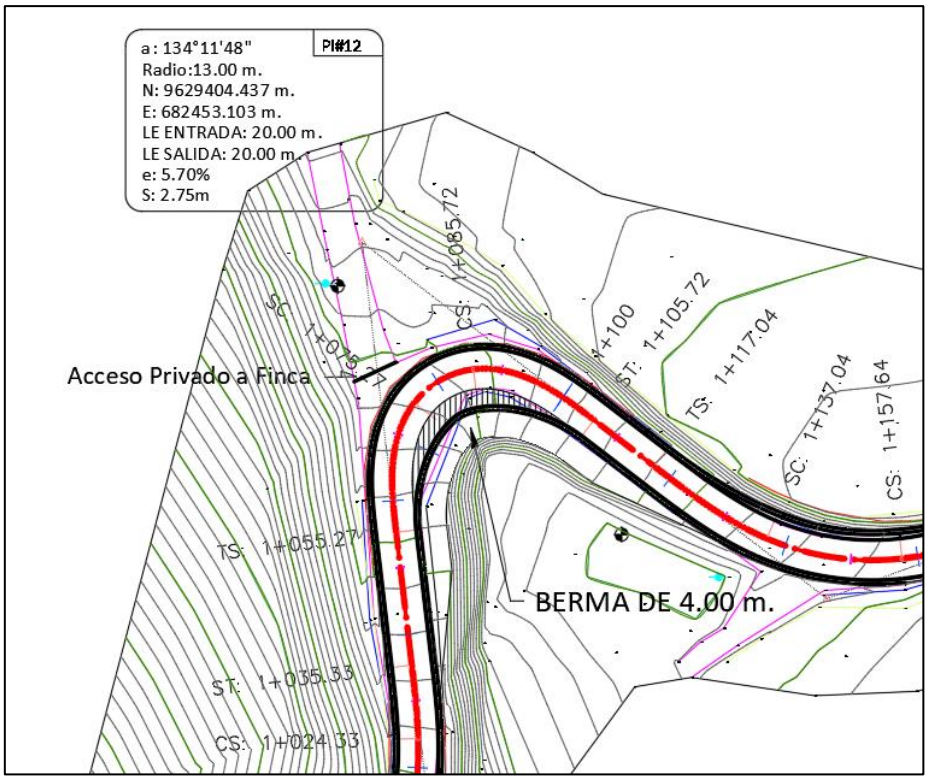


Ilustración 12 Berma sugerida de 4,00 m. PI # 12

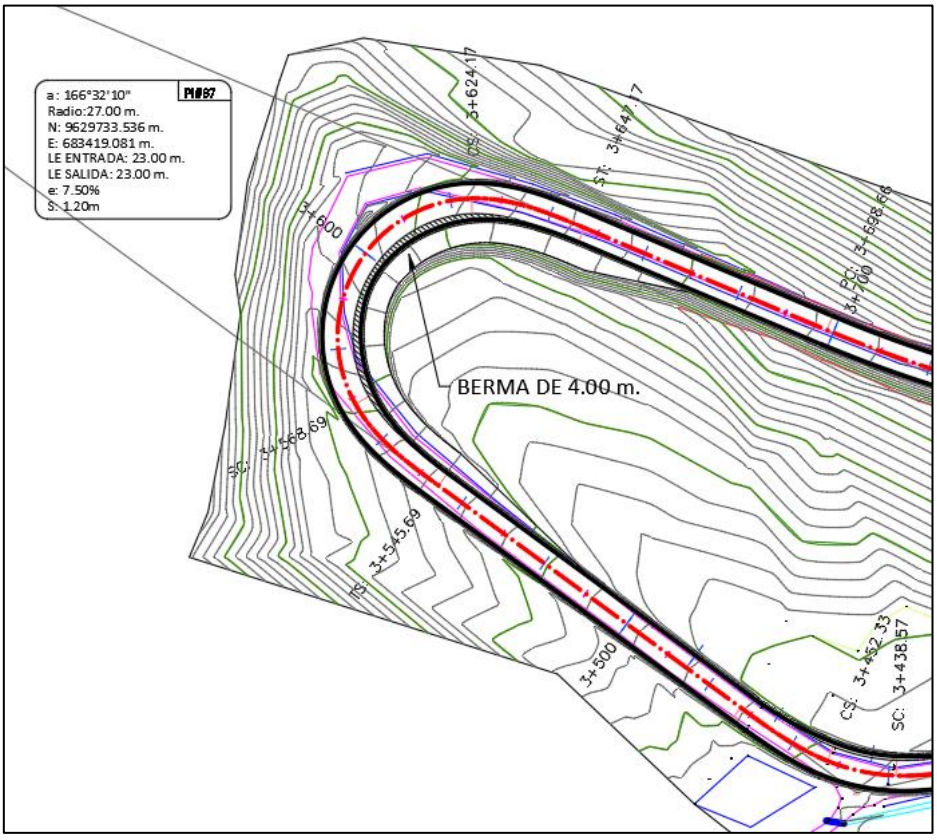


Ilustración 13 Berma sugerida de 4,00 m. PI # 37

Sin modificar el trazado original se tienen los siguientes resultados del análisis de volúmenes realizado, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 24 Resultados del análisis de volúmenes

	Inicio Berma	Fin Berma	Long. Berma (m.)	Vol. Corte Original (m3)	Vol. Corte con Berma (m3)	DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)
BERMA 1 PI # 12	1+030.00	1+130.00	100.00	696.94	1673.06	**976.12**
BERMA 2 PI # 37	3+520.00	3+670.00	150.00	2349.19	3562.21	**1213.02**

10 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS VARIANTES SUGERIDAS AL PROYECTO

Una vez terminado el estudio se presenta finalmente un análisis económico referencial en relación a los “costos” extras en los que se incurriría si se toma en cuenta las variantes sugeridas al proyecto:

Tabla 25 Análisis económico de las variantes sugeridas

	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3	VARIANTE 4	BERMA 1	BERMA 2
Inicio Variante	1+740.00	3+680.00	5+240.00	5+760.00	1030.00	3520.00
Abscisa Atrás	1+963.58	4+005.49	5+445.33	6+125.89		
Abscisa Adelante	1+970.00	4+110.00	5+460.00	6+090.00	1130.00	3670.00
Longitud Original (m.)	230.00	430.00	220.00	330.00	100.00	150.00
Longitud Variante (m.)	223.58	325.49	205.33	365.89		
DIFERENCIA EN LONGITUD (m.)	-6.42	-104.51	-14.67	35.89		
Vol. Original Corte (m3)	1353.98	4617.18	2210.29	4293.52	696.94	2349.19
Vol. Original Relleno (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00		
Vol. Variante Corte (m3)	1373.85	5207.62	1876.64	5488.93	1673.06	3562.21
Vol. Variante Relleno (m3)	0.00	1467.50	107.99	0.00		
DIFERENCIA VOL. CORTE (m3)	19.87	590.44	-333.65	1195.41	976.12	1213.02
DIFERENCIA VOL. RELLENO (m3)	0.00	1467.50	107.99	0.00		
Alcantarilla de 15.00 m. de longitud con Armico 1400 mm.			**$22,000.00**			
Costo de excavación 3.32 USD m3 suelo sin clasificar	65.97	1960.26	-1107.72	3968.76	3240.72	4027.23
	$12,155.22					
Costo de tendido y compactado 27.50 USD m3	0.00	40356.25	2969.73	0.00	0.00	0.00
	$43,325.98					
SUB TOTAL COSTO DE INTERVENCIÓN (USD)	**$77,481.19**					

Al tener una longitud de vía menor al realizar las variantes, se tienen los siguientes resultados:

Tabla 26 Análisis de variante con longitud de vía menor

Longitud original del estudio (m.)	6510.36
Longitud final con las variantes sugeridas(m.)	6420.65
Diferencia de longitud (m.)	-89.71
Costo global por diferencia de longitud (USD)	-$30,394.24
Sub Total Costo de intervención	$77,481.19
COSTO TOTAL DE INTERVENCIÓN (USD) más IVA	**$47,086.96**

Como podemos apreciar, el “costo”, por realizar las variantes técnicas por temas de seguridad al usuario es mínimo ya que también ahorramos en longitud; el valor de 47.086,96 USD equivale al **1,68 %** del total del costo de la vía (2´806.375,36 USD), por lo que se concluye que las variantes son completamente viables y se recomienda realizarlas, ya que el costo de una vida humana no se puede tasar, los planos de diseño geométrico de las variantes lo podemos ver en el Anexo Planos.

11 DISEÑO DE PAVIMENTOS

11.1 Antecedentes

En el presente informe se detalla el estudio y diseño de estructura de pavimento para el proyecto “Estudios definitivos de ingeniería para el mejoramiento de la vía Uchucay - Sumaypamba - Playas de Sumaypamba”. El proyecto es planteado e impulsado por la Electro Generadora del Austro S.A. conocida como ELECAUSTRO, en convenido con la Universidad de Cuenca, como trabajo de titulación de la Maestría en Vialidad y Transporte III Cohorte.

De manera general la vía de estudio conecta los poblados mencionados en el título del proyecto y tiene una longitud aproximada de 6,50 km. Además, se caracteriza por ser de tipo local con un enfoque principalmente agrícola, dado que, en la zona se cuenta con una importante producción de cebolla y pimiento, que abastecen los principales mercados del austro. Entonces, se espera el tránsito de vehículos de transporte comercial mediano, por el desarrollo de actividades agrícolas y comerciales, además de buses para la movilidad de los habitantes y agricultores de la zona, todo sumado a los vehículos livianos.

La estructura de pavimento planificada, de acuerdo a las practicas constructivas de la zona y a la disposición de materiales, se ha planteado con un pavimento de tipo flexible caracterizado por una capa de rodadura de material asfaltico. Para este tipo de pavimento se diseñarán dos alternativas con la variación de los materiales a aplicarse en la estructura.

Actualmente, los tramos de vía en estudio, cuenta con una capa de rodadura conformada con material granular mezclado con material fino, y compactada con cierto grado de compactación que le brinda una superficie firme para la circulación vehicular, sin embargo, en ciertos tramos donde se genera intensa escorrentía como son sitios de alta pendiente, se nota la generación de cárcavas debido a la erosión hídrica. Además, este tipo de estructura de pavimento tiene un periodo estructural mínimo, y por lo común, luego de una temporada invernal, se requiere de un mantenimiento que consiste en la reconformación de la capa de rodadura, que conlleva a gastos considerables con resultados poco duraderos. Todo lo mencionado en el presente párrafo justifica el mejoramiento de la vía a nivel de carpeta asfáltica.

Para el presente estudio se determinará, puntos importantes en el diseño de pavimento como son el tráfico tanto el que circula por la vía como el esperado en el periodo de

diseño, las características de la subrasante y finalmente el diseño de la estructura por la metodología de diseño de la AASHTO 93, que ha sido justificada y probada por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), y que además es aprobada por el nuestro ente regulador de carreteras MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador). El diseño de la estructura ha sido planteado con un periodo estructural de 20 años, considerando una rehabilitación en el año diez, con los respectivos mantenimientos rutinarios.

11.2 Ubicación

La vía en estudio se localiza al norte de la provincia de Loja, en el cantón Saraguro, parroquia Sumaypamba. específicamente en las coordenadas de referencia UTM (WGS84, 17 S), presentadas en la tabla a continuación:

Tabla 27 Coordenadas de referencia de vía

Punto	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
Inicio	681989.55	9628683.55
Final	684946.85	9629691.69

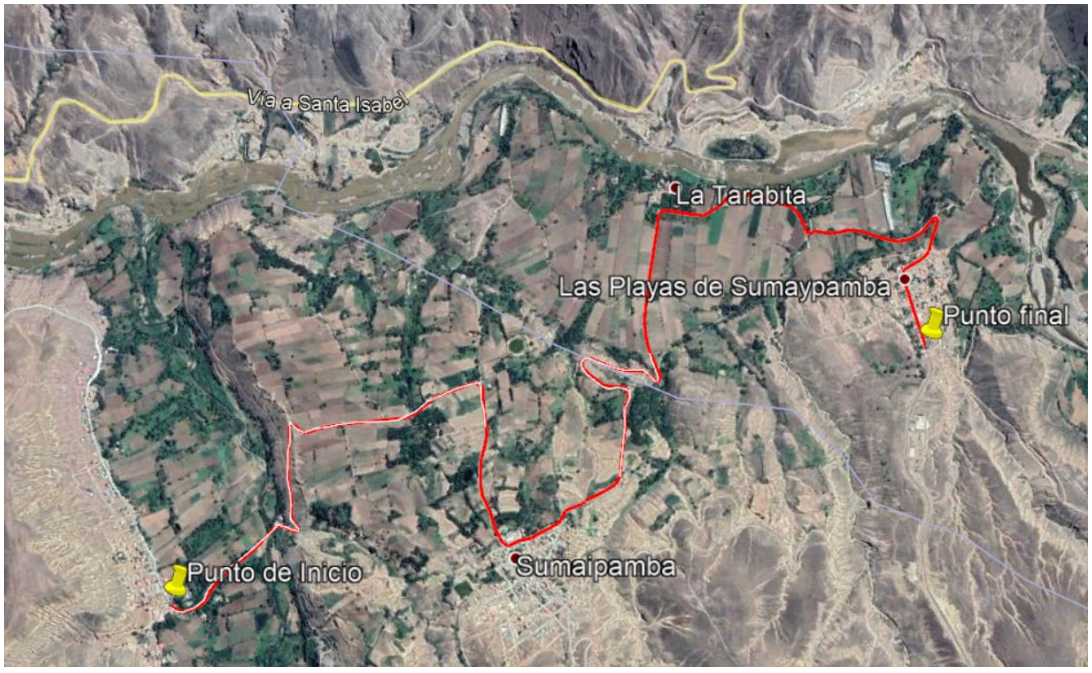


Ilustración 14 Ubicación de la vía en estudio, fuente: Google Earth 2021

11.3 Metodología

El diseño de pavimentos requiere de tres factores primordiales, las características del terreno o subrasante, el tránsito o cargas vehiculares sobre el pavimento, y el tipo de pavimento.

Para la caracterización del suelo del sitio o subrasante se realiza lo siguiente:

1. La inspección del área de estudio y el análisis del emplazamiento geométrico de las vías, en función de lo cual se planifica la ejecución de 12 excavaciones a cielo abierto (calicatas), para la caracterización litológica de la subrasante, y la extracción de muestras para ensayos de laboratorio.

2. Ensayos de laboratorio para realizar la zonificación de materiales del sitio y la obtención de la capacidad de soporte del suelo CBR. El resumen de los resultados de laboratorio y observaciones de las exploraciones se pueden revisar en los capítulos correspondientes a trabajo de campo y ensayos de laboratorio, sin embargo, para mayor detalle remitirse a los Anexos correspondiente a Monografías de Calicatas y Resultados de Laboratorio. Los ensayos de laboratorio se realizan con la siguiente finalidad:

    - **Clasificación de Suelos ASTM D 2487:** determinar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (*AASHTO*)

    - **CBR ASTM D 1883:** determinar la capacidad de soporte del suelo donde se asentará la estructura de pavimento, y utilizar este parámetro como una variable dentro del diseño.

3. Determinación del CBR de campo mediante el ensayo DCP, por sus siglas en ingles de Dynamic Cone Penetration, y que es regido por la normativa ASTM D 6951.

- El tránsito o cargas vehiculares que se esperan en la vía en estudio son representadas por el número de ejes equivalente en el periodo de diseño. Este parámetro de diseño se estimará a partir de un conteo volumétrico de tránsito realizado en dos estaciones de conteo ubicadas en los poblados que conecta la vía en estudio, además de datos económicos necesarios para la determinación del TPDA Transito Promedio Diario Anual.

- El tipo de pavimento seleccionado para la vía, es de tipo flexible, que representa una solución óptima desde el punto de vista económico y técnico, y es una alternativa aplicada en las prácticas y técnicas de pavimentación actuales de la provincia.

12 TRANSITO O CARGAS VEHICULARES

12.1 Estudio de transito

El estudio de tránsito o de tráfico vehicular es una herramienta fundamental dentro del diseño de pavimentos, que tiene como objetivo la estimación de las cargas que recibe una estructura de pavimento, debido a que, permite conocer con mayor profundidad el volumen del tráfico, su variación, tasas de crecimiento y clasificación del parque automotor. Estos parámetros nos ayudan a determinar la capacidad o volumen de vehículos que una carretera puede absorber.

El estudio se basa principalmente en el conteo volumétrico de tráfico en las estaciones determinadas, el cálculo del TPDA (transito promedio diario anual) y la proyección del TPDA para el periodo de diseño de acuerdo a las normas establecidas.

El transito promedio diario anual (TPDA) se puede definir como el número de vehículos que transitan por una sección de vía en una unidad de tiempo, es primordial para el diseño geométrico de una carretera, así como también para el diseño de la estructura del pavimento.

12.1.1 Encuesta volumétrica de transito

Esta encuesta determinará los volúmenes de tráfico, las variaciones horarias y diarias, y su composición. La toma de datos se realizó mediante conteo manual durante tres días entre las 07:00 y 19:00 horas de cada día. Se escogieron dos días representativos de la semana, martes y jueves, y un día representativo del fin de semana, el sábado. Los días se asumieron en función de consultas realizadas a pobladores de la zona, y observaciones realizadas al tráfico mediante la ejecución de trabajos previos. Los días de conteos correspondieron al martes 1 de junio del 2021, jueves 3 de junio del 2021, y sábado 5 de junio del 2021.

Los datos del conteo manual fueron tomados en las dos direcciones en cada estación. Las fichas para la captura de datos contaban con columnas para clasificar el conteo por clase de vehículos y los distintos periodos de tiempo.

Liviano: todo vehículo con dos ejes y el eje posterior de llanta simple.

Buses: todo vehículo destinado al transporte de pasajeros y pueden ser de:
2 ejes con eje posterior de llanta doble.
3 ejes con ejes posteriores de llanta doble

Camiones: todo vehículo destinado al transporte de carga y pueden ser de:
2 ejes y el eje posterior de llanta doble
3 ejes (mulas)

Tráiler de 4, 5 y 6 ejes: Este tipo de vehículo se incluyó en la encuesta, pero no se observó durante el conteo.

Las estaciones de conteo se ubicaron en dos puntos de interés de la vía de estudio, el uno localizado al inicio de la vía en el poblado de Uchucay y el otro en el tramo medio de la vía, a la salida del poblado de Sumaypamba, ambos en las coordenadas de referencia que se presentan a continuación.

Tabla 28 Coordenadas de referencia estaciones de conteo

Estación	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
Uchucay (E1)	681989	9628683
Sumaypamba (E2)	683507	9629009

Ilustración 15 Ubicación de estaciones de conteo

A continuación, se presentan los resultados de los conteos tabulados por estación y por sentido:

Tabla 29 Resultados del conteo Estación 1 Sentido Uchucay – Sumaypamba

Vehículos	Días de conteo		
	Martes	Jueves	Sábado
	a	b	c
Livianos	105	122	163
Buses 2 ejes	1	5	4
Buses 3 ejes	0	0	0
Camión 2 ejes	22	13	12
Camión 3 ejes	1	1	0
Otros (Motos y bicicletas)	50	59	90
Tráfico diario total (sin otros)	129	141	179

Tabla 30 Resultados del conteo Estación 1 Sentido Sumaypamba – Uchucay

Vehículos	Días de conteo		
	Martes	Jueves	Sábado
	a	b	c
Livianos	106	115	173
Buses 2 ejes	1	2	4
Buses 3 ejes	0	0	0
Camión 2 ejes	17	14	16
Camión 3 ejes	1	1	0
Otros (Motos y bicicletas)	39	40	102
Tráfico diario total (sin otros)	125	132	193

Tabla 31 Resultados del conteo Estación 2 Sentido Sumaypamba – Playas de Sumaypamba

Vehículos	Días de conteo		
	Martes	Jueves	Sábado
	a	b	c
Livianos	78	74	102
Buses 2 ejes	0	2	0
Buses 3 ejes	0	0	0
Camión 2 ejes	2	4	7
Camión 3 ejes	0	0	0
Otros (Motos y bicicletas)	42	31	59
Tráfico diario total (sin otros)	80	80	109

Tabla 32 Resultados del conteo Estación 2 Sentido Playas de Sumaypamba – Sumaypamba

Vehículos	Días de conteo		
	Martes	Jueves	Sábado
	a	b	c
Livianos	80	83	95
Buses 2 ejes	1	0	0
Buses 3 ejes	0	0	0
Camión 2 ejes	3	4	7
Camión 3 ejes	0	0	0
Otros (Motos y bicicletas)	48	42	75
Tráfico diario total (sin otros)	84	87	102

En las tablas anteriores se puede observar que en el total no se contabiliza la categoría otros, eso debido a que este tipo de vehículos no se consideran en el los diseños geométricos y de pavimentos.

Foto 21 Sitio de encuesta Uchucay E1

Foto 22 Sitio de encuesta Sumaypamba E2

12.1.2 Cálculo del TPDA

Luego de obtener los datos resultantes del conteo manual (tráfico observado), procedemos calcular el TPDA el cual se obtiene multiplicando el tráfico observado por el factor horario, factor diario, factor semanal y factor mensual; para la obtención de estos factores se requiere conocer el consumo de combustibles.

El cálculo del TPDA se realiza para la estación con mayor tráfico, que corresponde a la E1, localizada en Uchucay, tal como se puede observar en las tablas de reporte de conteos por cada estación.

Para el cálculo del TPDA se aplicará una hipótesis que propone que se mantienen las variaciones horarias, diarias, semanales y mensuales del tráfico de año a año en porcentajes; esto quiere decir que, aunque sus volúmenes siempre son crecientes, las proporciones o porcentajes son semejantes de año en año, por lo que, los factores a determinar son el factor semanal y el factor mensual. Al conteo volumétrico de los tres días lo llamamos Tráfico Observado – TO y de este se obtendrá el Tráfico Promedio Diario Semanal – TPDS, a partir de la siguiente ecuación:

$$TPDS = (5 \times \frac{TO\ M + TO\ J}{2} + 2 \times TOS)/7$$

Donde:
TPDS= Tráfico promedio diario semanal.
TOM = Tráfico observado el martes.
TOJ = Tráfico observado el jueves.
TOS = Tráfico observado el sábado.

El tráfico observado mencionado corresponde a la suma de los dos sentidos contabilizados en la estación, que para el presente caso es la estación E1.

La determinación del TPDA se realizó aplicando la siguiente relación:

TPDA = TPDS (Fs x Fm)
Donde:
TPDA = Tráfico promedio diario anual
TPDS = Tráfico promedio diario semanal

TO = Tráfico observado

Fs = Factor semanal

Fm = Factor mensual

Factor Semanal (Fs): Para el cálculo del Factor Semanal Fs, se considera el número de semanas que contiene cada mes, y depende si es de 30 o 31 días cada uno, como se muestra en la siguiente tabla. El Factor semanal Fs, para un conteo realizado en junio será de 1,0714.

Tabla 33 Calculo Del Factor Semanal

Mes	Nro Días		FS
Enero	31	4,4286	1,1071
Febrero	28	4,0000	1,0000
Marzo	31	4,4286	1,1071
Abril	30	4,2857	1,0714
Mayo	31	4,4286	1,1071
Junio	30	4,2857	1,0714
Julio	31	4,4286	1,1071
Agosto	31	4,4286	1,1071
Septiembre	30	4,2857	1,0714
Octubre	31	4,4286	1,1071
Noviembre	30	4,2857	1,0714
Diciembre	31	4,4286	1,1071
Total	365	52,1429	

Factor Mensual (Fm): para determinar este factor es necesario saber el consumo de combustible de la provincia en el año más próximo a la fecha del conteo. El factor se calcula dividiendo el promedio mensual para el consumo del mes en que se realizó el conteo.

Se dispone de la información del consumo de combustibles proporcionada por Petrocomercial, que se expone en la tabla a continuación:

Tabla 34 Consumo De Combustible (Petrocomercial) 2019

DESPACHOS TOTALES DE LA ABASTECEDORA EP PETROECUADOR (a)

Cifras en barriles

Producto	AÑO 2019												Enero - Diciembre		Var % 19/18
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	2019	2018	
GASOLINAS:	2.457.597	2.295.865	2.562.438	2.512.121	2.598.309	2.447.628	2.591.611	2.667.035	2.459.773	2.318.833	2.505.153	2.739.801	30.156.164	30.284.833	-0,42
Súper	230.714	226.123	260.231	254.068	253.864	220.793	221.113	242.101	204.443	199.580	221.052	241.815	2.775.906	4.245.984	-34,62
Extra	1.057.881	995.752	1.128.825	1.096.555	1.116.068	1.069.141	1.120.919	1.136.836	1.063.758	972.622	1.080.229	1.171.399	12.999.945	12.501.076	3,99
Ecopaís	1.169.001	1.073.990	1.173.382	1.161.498	1.228.377	1.157.693	1.249.580	1.288.099	1.191.572	1.146.622	1.203.871	1.326.627	14.380.313	13.537.773	6,22
ABSORVER	-	-	-	-	-	222	-	-	-	-	-	-	222	472	-52,98
DIÉSEL 1:	1.817	1.603	1.486	1.442	1.723	686	1.488	1.086	1.369	1.959	1.582	1.368	17.608	18.319	-3,88
Terrestre - Industrial	1.817	1.603	1.486	1.442	1.723	686	1.488	1.086	1.369	1.959	1.582	1.368	17.608	18.319	-3,88
Marino Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DIÉSEL 2:	850.948	778.228	824.284	852.355	858.538	799.799	857.750	835.476	861.665	867.968	764.495	785.239	9.916.746	10.481.121	-5,38
Industrial - Otros	752.773	682.277	680.535	695.868	719.832	662.507	721.757	698.471	715.264	717.223	660.782	682.991	8.370.309	8.050.258	3,98
Eléctrico	23.373	25.703	46.238	73.147	45.531	51.685	49.669	57.938	52.939	64.181	54.682	40.964	586.048	555.979	5,41
Marino	74.802	70.248	97.511	83.311	93.174	85.608	86.325	79.058	93.462	86.564	49.032	61.284	960.389	1.874.884	-48,78
DIÉSEL PREMIUM	1.867.519	1.713.047	1.818.180	1.855.148	1.954.853	1.874.688	2.043.261	2.074.517	1.969.665	1.801.713	1.999.455	2.056.019	23.028.067	22.515.961	2,27
FUEL OIL # 4:	904.288	725.219	719.221	669.690	654.212	735.733	757.549	633.857	586.900	586.938	361.293	242.347	7.577.246	9.183.120	-17,49
Nacional - Industrial	144.500	100.355	100.025	100.401	157.092	140.746	154.213	145.032	144.013	103.901	102.233	121.927	1.749.922	1.825.071	-4,15
Eléctrico	292.421	243.882	211.998	205.165	248.449	222.285	167.506	225.108	153.370	204.882	160.442	118.141	2.453.648	3.148.592	-22,07
Marino	467.366	330.982	367.398	305.043	248.071	366.700	435.830	263.717	289.517	228.155	68.617	2.280	3.373.676	4.208.857	-19,84
ASFALTO:	135.908	120.459	102.413	99.695	101.555	86.445	94.179	94.245	102.620	75.844	133.089	134.861	1.281.312	1.327.531	-3,48
AP-20	126.571	110.088	95.738	92.068	94.613	82.806	86.372	86.715	95.331	69.999	123.852	125.449	1.188.412	1.223.446	-2,86
RC-250	9.336	10.362	6.675	7.627	6.942	3.638	7.807	7.530	7.289	5.845	9.236	9.412	92.900	104.086	-10,75
SOLVENTES:	17.291	12.339	11.773	12.056	12.392	10.631	13.198	15.116	16.283	3.521	15.702	8.413	148.712	162.272	-8,36
Mineral Turpentine	6.506	5.180	5.213	5.381	4.588	3.325	4.703	5.905	5.496	1.111	5.315	2.563	55.287	65.194	-15,20
Rubber Solvent	10.785	7.158	6.560	6.674	7.804	7.305	8.495	9.211	10.786	2.410	10.387	5.850	93.425	97.078	-3,76
SPRAY OIL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GLP	1.103.055	1.003.863	1.115.970	1.115.718	1.210.777	1.165.067	1.233.405	1.230.732	1.197.134	1.244.000	1.168.601	1.177.698	13.966.021	13.492.965	3,51
JET A-1	224.418	210.038	224.809	227.290	237.483,81	225.222	240.772	251.787	227.005	232.987	235.335	252.533	2.789.680	2.725.805	2,34
Nacional	57.846	54.572	61.920	59.952	63.038	55.774	55.447	57.804	52.785	57.138	56.974	58.517	691.765	688.040	0,54
Internacional	166.572	155.466	162.889	167.338	174.446	169.448	185.326	193.983	174.221	175.849	178.361	194.016	2.097.915	2.037.766	2,95
AVGAS	5.045	3.035	3.640	3.622	3.319	3.084	2.662	2.365	2.697	3.780	2.220	3.467	38.936	36.570	6,47
Nacional	4.687	2.739	2.859	3.168	2.618	2.633	2.358	2.266	2.389	3.030	2.171	3.059	33.976	36.133	-5,97
Internacional	359	296	781	454	701	451	305	99	308	749	50	407	4.960	436	1.037,16
NAFTA BASE 90 (Sector Eléctrico)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PESCA ARTESANAL	84.511	75.495	77.916	85.986	87.383	80.609	91.847	87.512	78.645	86.300	83.778	85.114	1.005.097	918.157	9,47
RESIDUO:	148.947	38.719	54.610	64.928	61.700	39.167	121.431	128.330	162.594	137.404	66.245	50.006	1.074.081	2.033.237	-47,17
Industrial	17.010	8.952	9.624	10.519	17.505	11.638	12.310	11.190	13.652	8.500	9.171	8.276	138.748	273.062	-49,19
Eléctrico	131.937	29.767	44.986	54.409	43.795	27.529	109.122	117.139	148.941	128.904	57.074	41.730	935.333	1.760.175	-46,86
TOTAL NACIONAL	7.801.343	6.977.909	7.516.740	7.500.050	7.782.244	7.466.979	8.049.153	8.022.059	7.666.350	7.361.248	7.336.948	7.516.867	90.999.891	93.180.362	-2,34
AZUFRE (Kg)	539.860	445.700	446.590	383.390	503.300	302.470	403.820	429.330	343.220	735.250	111.220	530.300	5.174.370	3.462.050	49,46
GAS NATURAL (MMBTU)	828.372	786.348	907.564	848.277	856.888	806.329	806.657	758.637	719.511	762.928	710.787	805.099	9.597.397	10.514.472	-8,72
GAS NATURAL LICUADO (MMBTU)	118.193	106.540	111.170	123.013	123.051	114.922	115.079	111.345	121.596	107.387	115.719	24.350	1.292.365	1.653.506	-21,84
LUBRICANTES (Gls) (b)	170.764	177.053	131.368	140.438	240.086	212.232	250.141	180.645	195.418	183.645	214.408	211.823	2.308.020	2.365.416	-2,43

Notas:

a) Incluye volúmenes transferidos a las estaciones de servicio de propiedad de EP PETROECUADOR para su comercialización.

b) Incluye un volumen de887 826 Gls. Que se utilizo para preparación de combustible para pesca artesanal.

Fuente: Gerencia de Comercialización Nacional, EP PETROECUADOR.

Suma 1+2+3

Por tanto:

$$F_m = \frac{Consumo\ promedio\ anual}{Consumo\ mes\ Junio} \frac{7583324\ barriles}{7468979\ barriles}$$

$$F_m = 1{,}015$$

Reemplazando los valores respectivos en la ecuación correspondiente se obtiene el $TPDA_{2021}$ de la estación E1 (más desfavorable), para los dos sentidos de la vía cuyo resultado se presenta en la tabla a continuación

Tabla 35 Tráfico Promedio Diario Anual TPDA 2021 – Estación 1

TPDA $_{2021}$ Livianos:	269
TPDA $_{2021}$ Buses 2 ejes:	6
TPDA $_{2021}$ Buses 3 ejes:	0
TPDA $_{2021}$ Camiones 2 ejes:	33
TPDA $_{2021}$ Camiones 3 ejes:	1
TPDA $_{2021}$ TOTAL:	426

Como se observa el $TPDA_{2016}$ alcanza a 426 vehículos para el año 2021 en la estación E1.

12.1.3 Proyección del TPDA

Se debe realizar la proyección del $TPDA_{2021}$ al final del periodo de construcción año 2023 (se considera dos años hasta el final de la construcción) y luego proyectarlo hasta el final de la vida útil del proyecto año 2053 (20 años), para lo cual se utilizan las tasas de crecimiento de vehículos clasificados en livianos, buses y camiones.

Las tasas que se utilizaron para el cálculo de las proyecciones del tráfico en diferentes periodos son las recomendadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP):

Tabla 36 Tasas De Crecimiento

PERIODO	LIVIANO	BUS (2DB)	CAMION (2DB;3A)
2010 - 2015	4,53	1,69	3,37
2015 - 2020	3,91	1,5	3,08
2020 - 2025	3,42	1,35	2,78
2025 - 2030	3,02	1,23	2,52
2030 - 2035	3,02	1,23	2,52
Fuente 2013 MTOP			

Las proyecciones de tráfico se realizan con las tasas recomendadas entre el año 2030 y 2035, que corresponden al rango más próximo al año final de diseño 2053, y con el uso de la siguiente expresión:

$$Tf = Ta(1 + i)\text{^}n$$

Donde:

Tf = Tráfico Futuro luego de n años

Ta = Tráfico Actual

i = Tasa de crecimiento del parque automotor aplicable a los n años.

A continuación, se presenta $TPDA_{2021}$ se tiene que llevar al final del período de construcción para lo cual se utilizan las tasas de crecimiento de vehículos clasificados en livianos, buses y camiones. Con los valores de las tasas de crecimiento se proyecta el $TPDA_{2021}$ de la vía de estudio hasta el año 2023, al tráfico de este año se incrementa

en un 10% como tráfico generado por mejoras de las condiciones geométricas y de estructura del pavimento. Por último, se realiza la proyección para 20 años, los cuales se les considera como vida útil del proyecto hasta el año 2043.

Tabla 37 Proyecciones del TPDA año 2021 al 2043

$TPDA_{AÑO}$	Livianos	Buses	Camiones 2e	Camiones 3e	$TPDA_{TOTAL}$
2021	269	6	33	1	309
2023	285	6	34	2	327
10% + $TPDA_{2023}$	314	7	38	2	360
2043	604	9	65	3	**681**

Tráfico generado: el TPDA calculado debe ser incrementado en un porcentaje para obtener el tráfico generado por mejoras en las condiciones geométricas y de estructura del pavimento de la vía. Se considera incrementar un 10% del TPDA calculado al año 2023, final del periodo de construcción.

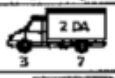
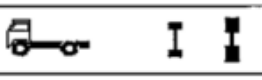
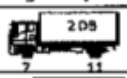
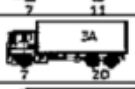
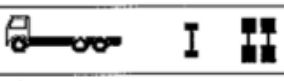
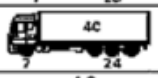
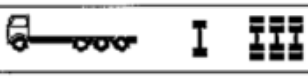
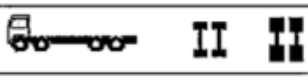
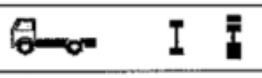
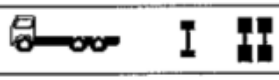
De las tablas de proyecciones para el estudio de pavimentos se utilizará el valor de $TPDA_{2023 + 10\%}$ con un valor de **360 vehículos**. Mientras que para el diseño geométrico se utilizará el $TPDA_{2043}$ correspondiente al final del periodo de diseño con un valor de **680 vehículos**.

Para pavimentos se utiliza el $TPDA_{2023 + 10\%,}$ correspondiente al final del periodo de construcción, que sería el punto de inicio del periodo estructural de 20 años. No se utiliza la proyección del año 2043 debido a que la fórmula propuesta por la AASHTO para la determinación del número de ejes equivalentes ESALs por sus siglas en inglés, tiene su respectiva expresión para la proyección durante el periodo de diseño o estructural.

Otro punto importante en la estimación del tráfico es unificar los vehículos reportados en el conteo a los vehículos tipo establecidos por el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) para determinar las cargas de tránsito. Para lo cual se ha considerado: los buses como vehículos tipo 2DB (urbanos), los camiones de dos ejes como vehículos tipo 2DB que correspondería a los más desfavorables, y los camiones de tres ejes como

3-A. La nomenclatura de los vehículos según el MTOP se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 38 Tipos de vehículos motorizados, pesos y dimensiones

TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULOS DE CARGA PESADA MOTORIZADOS, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE		DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2D			CAMIÓN DE DOS (2) EJES PEQUEÑO	7	5,50	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE DOS (2) EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE DOS (2) EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE TRES (3) EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE CUATRO (4) EJES	31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TÁNDEM DIRECCIONAL Y POSTERIOR	34	12,20	2,60	4,10
V2DB			VOLQUETA DE DOS (2) EJES	18	12,20	2,60	4,10
V3A			VOLQUETA DE TRES (3) EJES	27	12,20	2,60	4,10
T2			TRACTO CAMIÓN DE DOS (2) EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3			TRACTO CAMIÓN DE TRES (3) EJES	27	8,50	2,60	4,10

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador

Tabla 39 TPDA estandarizado con vehículos tipo MTOP

TPDA $_{AÑO}$	Livianos	Bus=Camión 2DB	Camión 2DB=Camiones 2e	Camión 3A=Camiones 3e	$TPDA_{TOTAL}$
2021	269	6	33	1	309
2023	285	6	34	2	327
10% + $TPDA_{2023}$	314	7	38	2	360
2043	604	9	65	3	681

12.1.4 Cálculo de número de ejes equivalentes

El cálculo del tránsito para el diseño de pavimentos tiene como objetivo la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8,2 toneladas (N) que circularan por el carril de diseño, durante el periodo de diseño.

El cálculo del Número Acumulado de ejes simples equivalentes de 8,2 toneladas (N) se realiza empleando la siguiente relación:

$$N = TPD * 365 * \frac{FD}{100} * \frac{FL}{100} * FP * FCG$$

Dónde:

$$FP = * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)}$$

TPD: Tráfico promedio diario por categoría de vehículo
FD: Factor de dirección
FL: Factor de distribución
FP: Factor de proyección
r: Tasa de crecimiento vehicular general o por tipo de vehículo.
n: Período de diseño
FCG: Factor camión global

Factor de equivalencia de carga y factor camión global

El pavimento es afectado por las cargas de los vehículos detallados en la tabla de TPDA y configuración de tráfico, sin embargo, es necesario homogenizar las cargas de los vehículos a una de referencia de 8,2 ton (AASHTO), el factor que se requiere para la homogenización se conoce como factor de equivalencia de carga, y la suma de los distintos factores de equivalencia que podrían darse en un determinado camión se le conoce como factor camión global. Para el cálculo de los factores de equivalencia se emplea la siguiente formulación propuesta por la AASHTO para pavimentos flexibles.

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L2_s}{L_x + L2_x}\right]^{4,79} \left[\frac{10^{G/Bx}}{10^{G/B_{18}}}\right] [L2_x]^{4,33}$$

Donde:

W_x/W_{18}: aplicación de carga, inverso al factor de equivalencia Fe= W18/Wx.
L_x: carga del eje evaluado (kips) (según la tabla de pesos del MTOP).
L_{18}: carga del eje estándar (18 kips).
L_{2x}: código de configuración del eje, 1=eje simple, 2=eje tándem, 3=eje trídem, s= eje simple (1), x= tipo de eje siendo evaluado.

L_{2s} : 1, por eje simple.

$$G = \log\left(\frac{4{,}2 - p_t}{4{,}2 - 1.5}\right)$$

G: factor en función del índice de servicio final.

$$B_x = 0.4 + \left(\frac{0{,}081(L_x + L_{2x})^{3{,}23}}{(SN+1)^{5{,}19} {L_{2x}}^{3{,}23}}\right)$$

B_{18}: factor Bx, calculado para carga del eje estándar (18 kips).

B_x: factor en función de la carga por eje y el número estructural.

p_t: índice de servicio final.

SN: número estructural esperado de la estructura

Con la fórmula anterior se puede calcular el factor de equivalencia de carga, aplicando el inverso de la misma. Mientras que el factor camión global, como se señaló con anterioridad se calculará con la suma de los diferentes factores de equivalencia de los distintos ejes que se pueden presentar en un determinado tipo de camión, por ejemplo, para el camión 2DA se tiene un eje de 7 ton y otro eje de 3 ton.

A continuación, se presentan los cálculos de eje equivalente y factor camión global.

Tabla 40 Cálculo del factor camión global y factor de equivalencia

Datos tráfico						
Tipo de eje a ser evaluado			simple	simple	simple	tándem
Descripción	**Símbolo**	**Unidad**	**Valor**	**Valor**	**Valor**	**Valor**
Peso		**ton**	2	7	11	20
		kips	4.40	15.40	24.20	44.00
Cálculos	**Código**		**2simple**	**7simple**	**11simple**	**20tándem**
Aplicación de carga inverso al Factor de equivalen	W_x/W_{18}		311.13	1.87	0.31	0.33
Carga eje evaluado	L_x	**kips**	4.4	15.4	24.2	44
Código de configuración tipo de eje evaluado	L_{2x}		1	1	1	2
	G		**-0.13**	**-0.13**	**-0.13**	**-0.13**
	β_x		0.40	0.56	1.04	0.88
	β_{18}		0.66	0.66	0.66	0.66
Resultado						
Factor de equivalencia de carga	**Fec**		**0.003**	**0.54**	**3.27**	**3.06**

Para el cálculo de factor de equivalencia se considera número estructural de 4,0 y un índice de servicio final de 2,2.

En función a la tabla anterior se realiza el cálculo del factor camión, parámetro necesario para la determinación del tránsito para el diseño de pavimentos:

Tabla 41 Cálculo del Factor Camión

2db	Eje 1	0.54
	Eje 2	3.27
	Eje 3	
	Eje 4	
2db		3.80

3A	Eje 1	0.54
	Eje 2	3.06
	Eje 3	
	Eje 4	
3A		3.60

Liviano 2 Tn	Eje 1	0.003
	Eje 2	0.003
Liviano 2 Tn		0.006

Para los vehículos livianos se considera un factor camión de 0,01, que es el ajuste inmediato superior al obtenido, dada la baja carga que representan.

Estimación de la tasa de crecimiento

Para la tasa de crecimiento se consideran, los valores presentados en la Tabla 36 Tasas De Crecimiento.

Factor de distribución por dirección FD

Según la tabla de factor de dirección se debe asumir un valor de FD = 50%, dado que la vía se plantea con dos carriles.

Tabla 42 Factor de distribución por dirección FD

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

Factor de distribución por carril FL

Dado que la vía se plantea unidireccional, se asume conservadoramente un valor del 100%.

Tabla 43 Factor de distribución por carril FL

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

Con los parámetros previamente descritos se procedió al cálculo del número de ejes equivalentes de 8,2 ton (N).

Tabla 44 Cálculo de ejes simples equivalentes de 8,2 Ton

Tipo	TPDA 2022		FP	FCG	FD	FL	N
Liviano	314	365	27,33	0,01	50%	100%	10056
Camión 2DB	44	365	25,92	3,80	50%	100%	798581
Camión 3A	2	365	25,92	3,60	50%	100%	29506
Total	360					Total	838143 ESALs

13 CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

Para la caracterización de la subrasante se realiza lo siguiente:

-Exploración de campo, mediante la cual se realiza la descripción de los suelos encontrados y se extraen muestras representativas para ensayos de laboratorio.

-Ensayos de laboratorio, mediante los cuales obtenemos las características geotécnicas de los suelos de subrasante, como son el tipo de suelo, las características de plasticidad, y la capacidad de soporte CBR.

-Ensayos de campo, específicamente el ensayo DCP para la determinación del CBR de campo.

13.1 Trabajo de Campo

13.1.1 Excavación de Calicatas

Se realizó 12 calicatas, con profundidades de 1,50 m, a lo largo del tramo de calle en estudio, con una separación aproximada de 500 m entre calicata, para realizar la descripción geotécnica de los suelos y extraer muestras para ensayos de mecánica de suelos en laboratorio. La profundidad de la calicata se establece en función del efecto que tiene el neumático de un determinado vehículo sobre la subrasante del pavimento y la separación se determina en función de los criterios para ubicación de exploraciones detallados en (Montejo Fonseca , 2002), que se presentan a continuación.

Tabla 45 Recomendación para ubicación de calicatas para diseño de pavimentos,

Fuente: (Montejo Fonseca , 2002)

Criterios para la ejecución perforaciones (calicatas) en el terreno para definir un perfil de suelos.		
Tipo de zona	Espaciamiento (m)	Profundidad (m)
1. Carreteras	250-500	1,50
2. Pistas de aterrizaje	A lo largo de la línea central, 60 – 70 m	Cortes: 3 m debajo de la rasante. Rellenos: 3 m debajo de la superficie existente del suelo.
3. Otras áreas pavimentadas	1 perforación cada 1000 m2	Cortes: 3 m debajo de la rasante Rellenos: 3 m debajo de la superficie existente del suelo
4. Prestamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo.

A continuación, se presenta un esquema de ubicación de las calicatas y se realiza la descripción de cada calicata.

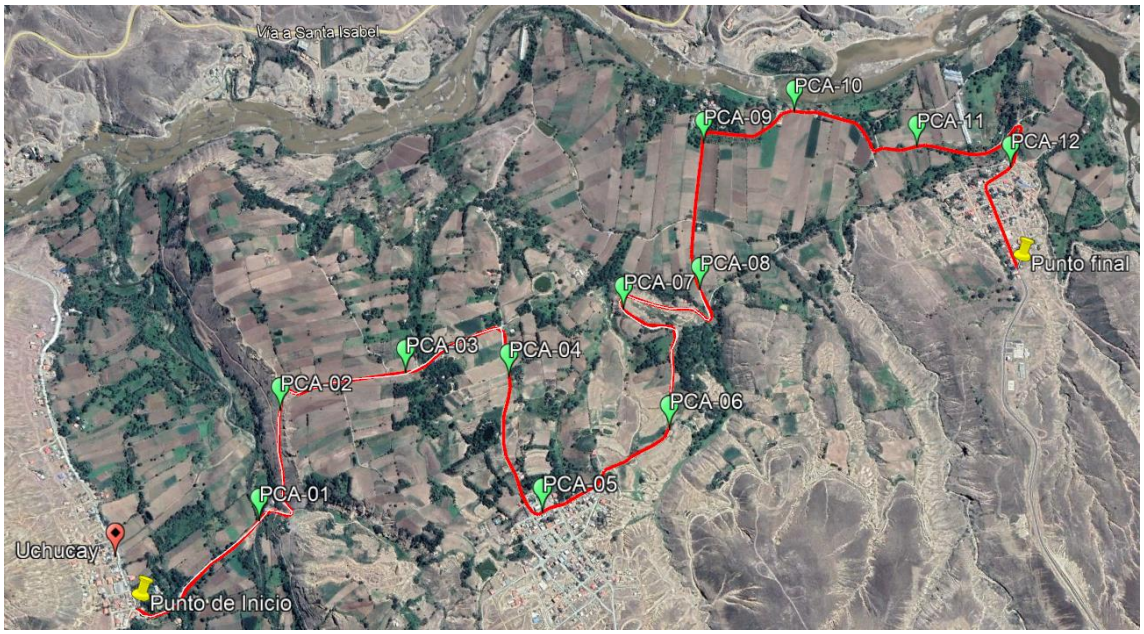


Ilustración 16 Ubicación de las calicatas

Tabla 46 Coordenadas de ubicación de calicatas

ID	Coordenadas		Cotas
	Este (m)	Norte (m)	(m s.n.m.)
PCA # 01	682353	9628953	956,00
PCA # 02	682457	9629310	1009,00
PCA # 03	682887	9629412	1034,00
PCA # 04	683227	9629384	1034,00
PCA # 05	683332	9628939	1068,00
PCA # 06	683748	9629192	1042,00
PCA # 07	683610	9629603	1012,00
PCA # 08	683871	9629670	985,00
PCA # 09	683908	9630201	955,00
PCA # 10	684234	9630309	946,00
PCA # 11	684656	9630161	951,00
PCA # 12	684965	9630059	977,00

PCA #01 (682353 E, 9628953 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 0+500 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para ensayos de clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material observado, es un suelo granular o grava mezclada con una arcilla de plasticidad media y consistencia entre media y dura. Este material corresponde a un relleno conformado en el sitio para nivelar e incrementar la cota de plataforma de la margen izquierda del río. Este suelo corresponde a la subrasante del sitio, dado que la potencia del relleno es mayor a la profundidad de influencia de la carga del neumático del vehículo. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 23 Exploración PCA #01

PCA #02 (682457 E, 9629310 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 1+000 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arena limosa de baja plasticidad y compacidad de dura a muy dura. Presenta un porcentaje medio de gravas. Corresponde al suelo de subrasante. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 24 Exploración PCA #02

PCA #03 (682887 E, 9629412 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 1+500 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café, de alta plasticidad y consistencia baja. Presenta un contenido medio de arenas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 25 Exploración PCA #03

PCA #04 (683227 E, 9629384 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar tres tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 2+100 de la vía de estudio. Se identifica nivel freático a los 1,40 m. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es de sustitución, correspondiente a la arena observada en la PCA – 02 y colocado para mejor la subrasante del sitio. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 0,90 m.

El tercer material, es una arcilla de color gris, de muy alta plasticidad y consistencia baja. Presenta saturación debido a una acumulación en la zona lateral izquierda de la vía, todo debido a la salida de agua de la planta de tratamiento de aguas residuales en el costado mencionado. Este suelo se observa desde los 0,90 m hasta los 1,50 m.

Foto 26 Exploración PCA #04

PCA #05 (683332 E, 9628939 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 2+600 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café, de alta plasticidad y consistencia baja. Presenta un contenido medio de arenas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 27 Exploración PCA #05

PCA #06 (683748 E, 9629192 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 3+100 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es un limo de color café, de baja plasticidad y consistencia media. Presenta un contenido medio de arenas y muy bajo de gravas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Fotografía 1 Exploración PCA #06

PCA #07 (683610 E, 9629603 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 3+600 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café, de alta plasticidad y consistencia media. Presenta un contenido medio de arenas y bajo de gravas. Este suelo envuelve a bloques de distintos diámetros que han migrado de un depósito aluvial próximo al sitio de la calicata. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 28 Exploración PCA #07

PCA #08 (683871 E, 9629670 N)
PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 4+100 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café oscuro, de baja plasticidad y consistencia media. Presenta un contenido alto de arenas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 29 Exploración PCA #08

PCA #09 (683908 E, 9630201 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1.50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 4+600 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café oscuro, de alta plasticidad y consistencia media. Presenta un contenido medio de arenas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 30 Exploración PCA #09

PCA #10 (684234 E, 9630309 N)
PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 3,00 m y se puede identificar tres tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 5+050 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arena limosa de color café, tiene baja plasticidad y compacidad firme. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 2,60 m.

El tercer material, es un conglomerado, compuesto con una serie de boleos de distintos diámetros, envueltos en una matriz areno limosa mal graduada, no plástica y de compacidad dura. Este suelo se observa desde los 2,60 m hasta los 2,80 m.

Esta calicata presenta una mayor profundidad, dado que, en esta zona se requerirá de una obra de intervención geotécnica y la exploración incrementa por lo tanto su profundidad de análisis.

Foto 31 Exploración PCA #10

PCA #11 (684656 E, 9630161 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 5+550 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extraen muestras de los materiales para clasificación, y CBR.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, son gravas mezcladas con arcillas de color café oscuro, la parte fina presenta plasticidad y consistencia media. Tiene un contenido medio de arenas. Posee un cierto grado de saturación que se denota en la humedad natural reportada. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 32 Exploración PCA #11

PCA #12 (684965 E, 9630059 N)

PCA: pozo a cielo abierto

La profundidad de la calicata es de 1,50 m y se puede identificar dos tipos de materiales. La calicata se realizó en la abscisa 6+150 de la vía de estudio. No se identifica nivel freático. Se extrae una muestra para clasificación, y se realiza un ensayo DCP para determinar el CBR de campo.

El primer material, es una capa de rodadura existente, comprendida por un material granular mezclado con suelo fino. La presencia de suelo fino le proporciona una plasticidad considerable. Este material se encuentra hasta una profundidad de 0,30 m.

El segundo material, es una arcilla de color café, presenta plasticidad y consistencia media. Tiene un contenido alto de arenas. Este suelo se observa desde los 0,30 m hasta los 1,50 m.

Foto 33 Exploración PCA #12

13.2 Ensayo de Penetración por Cono Dinámico (DCP)

El ensayo de cono dinámico (DCP) mide la penetración dinámica por golpes, a través del terreno natural, cuando este se encuentra levemente cementado. El ensayo es regido por la norma ASTM D 6951

Se realizó un ensayo DCP con el fin de correlacionar los resultados reportados del ensayo con la capacidad de soporte o CBR en sitio. Los resultados del ensayo de cono dinámico se presentan a continuación. El ensayo se realizó en las calicatas PCA-02, PCA-04, PCA-06, PCA-08, PCA-10 y PCA-12. De los ensayos antes mencionados, el correspondiente a la PCA-02 no reporto resultado al generarse rechazo, por no avanzar más de 2,00 mm con 5 golpes.

Tabla 47 Ensayo DCP para PCA 02

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
2	2	5	5	0.40	Rechazo

No se asume valor de CBR.

Tabla 48 Ensayo DCP para PCA 04

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
100	100	1	1	100.00	1.68
200	100	1	2	100.00	1.68
300	100	1	3	100.00	1.68
400	100	1	4	100.00	1.68
500	100	2	6	83.33	2.06
600	100	3	9	66.67	2.65
700	100	3	12	58.33	3.07

Se asume como valor de CBR el menor valor 1.68%.

Tabla 49 Ensayo DCP para PCA 06

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
105	105	4	4	26.25	7.52
200	95	3	7	28.57	6.84
310	110	3	10	31.00	6.24
398	88	3	13	30.62	6.33
503	105	4	17	29.59	6.57
620	117	5	22	28.18	6.94
720	100	3	25	28.80	6.77
810	90	3	28	28.93	6.74

Se asume como valor de CBR el menor valor 6.24%.

Tabla 50 Ensayo DCP para PCA 08

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
100	100	8	8	12.50	17.25
200	100	8	16	12.50	17.25
315	115	5	21	15.00	14.07
420	105	3	24	17.50	11.84
550	130	3	27	20.37	9.98
630	80	3	30	21.00	9.65
740	110	4	34	21.76	9.27
830	90	1	35	23.71	8.42

Se asume como valor de CBR el menor valor 8.42%.

Tabla 51 Ensayo DCP para PCA 10

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
100	100	7	7	14.29	14.86
200	100	9	16	12.50	17.25
300	100	8	24	12.50	17.25
400	100	7	31	12.90	16.65
500	100	7	38	13.16	16.29
605	105	10	48	12.60	17.09
700	95	12	60	11.67	18.64
805	105	11	71	11.34	19.24

Se asume como valor de CBR el menor valor 14.86%.

Tabla 52 Ensayo DCP para PCA 12

PROFUNDIDAD (mm)	PROFUNDIDAD ENTRE LECTURA (mm)	NÚMERO DE GOLPES	GOLPES ACUMULADOS	DCP (mm/golpe)	CBR de campo %
0		0			
95	95	3	3	31.67	6.09
210	115	3	6	35.00	5.45
310	100	3	9	34.44	5.54
400	90	3	12	33.33	5.75
500	100	3	15	33.33	5.75
610	110	5	20	30.50	6.35
720	110	5	25	28.80	6.77
825	105	4	29	28.45	6.87

Se asume como valor de CBR el menor valor 14.86%.

13.3 Resultados de laboratorio

13.3.1 Ensayos de clasificación

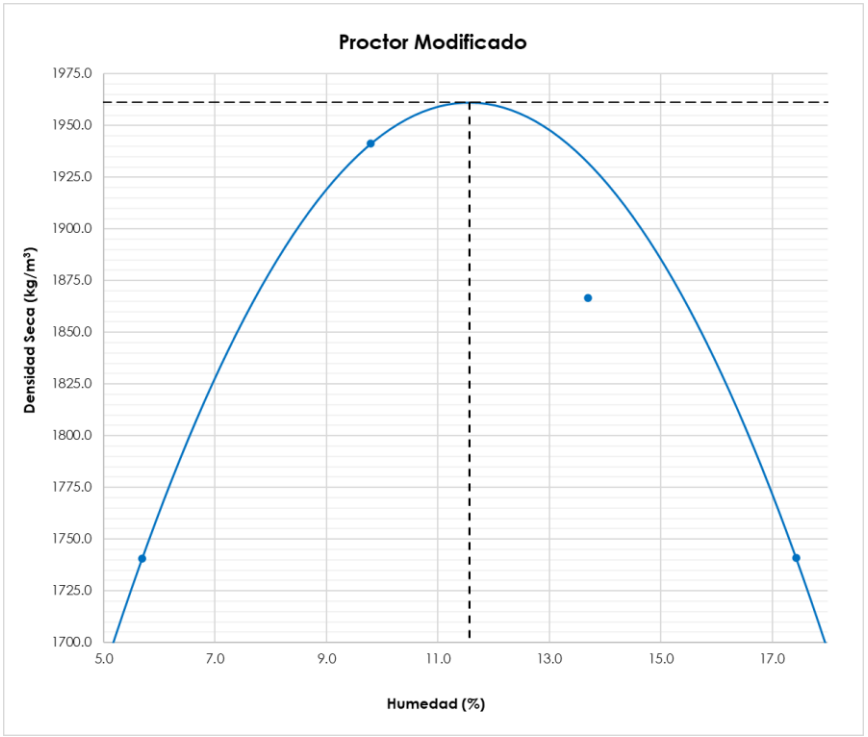
En laboratorio se realizó los ensayos de clasificación a las muestras obtenidas en campo en las doce calicatas realizadas. A continuación, se presentan una tabla de resumen de los resultados, sin embargo, los reportes de laboratorio, se presentan en el anexo de ensayos de laboratorio.

Tabla 53 Resumen de resultados de ensayos de clasificación

RESUMEN DE ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS											
DATOS DE EXPLORACIÓN			GRADACIÓN			LÍMITES DE ATTERBERG				CLASIFICACIÓN	
ID	MUESTRA	PROF.	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	Humedad	SUCS	AASHTO
		(m)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
PCA # 01	PCA # 01 -01	0.30-1.50	36%	34%	30%	46.3%	21.5%	24.8%	14.7%	GC	A-2-7
PCA # 02	PCA # 02 -01	0.30-1.50	11%	56%	33%	N.P.	N.P.	N.P.	19.1%	SM	A-2-4
PCA # 03	PCA # 03 -01	0.30-1.50	1%	25%	74%	50.2%	25.9%	24.3%	18.8%	CH	A-7-6
PCA # 04	PCA # 04 -01	0.90-1.50	1%	25%	74%	71.1%	31.2%	39.9%	35.7%	CH	A-7-5
PCA # 05	PCA # 05 -01	0.30-1.50	4%	13%	83%	49.9%	25.2%	24.7%	20.4%	CL	A-7-6
PCA # 06	PCA # 06 -01	0.30-1.50	1%	37%	62%	N.P.	N.P.	N.P.	26.9%	ML	A-4
PCA # 07	PCA # 07 -01	0.30-1.50	5%	33%	62%	51.7%	28.4%	23.3%	19.1%	CH	A-7-6
PCA # 08	PCA # 08 -01	0.30-1.50	0%	40%	60%	37.5%	21.0%	16.5%	26.2%	CL	A-6
PCA # 09	PCA # 09 -01	0.30-1.50	0%	30%	70%	52.4%	20.7%	31.7%	26.0%	CH	A-7-6
PCA # 10	PCA # 10 -01	0.30-2.60	1%	60%	39%	N.P.	N.P.	N.P.	3.9%	SM	A-4
	PCA # 10 -02	2.60-2.80	33%	57%	10%	N.P.	N.P.	N.P.	3.9%	SP-SM	A-7-5
PCA # 11	PCA # 11 -01	0.30-1.50	75%	14%	11%	49.5%	21.0%	28.5%	27.9%	GP-GC	A-2-7
PCA # 12	PCA # 12 - 01	0.30-1.50	2%	45%	53%	46.2%	22.2%	24.0%	15.0%	CL	A-7-6

13.3.2 Ensayo de compactación Proctor Modificado

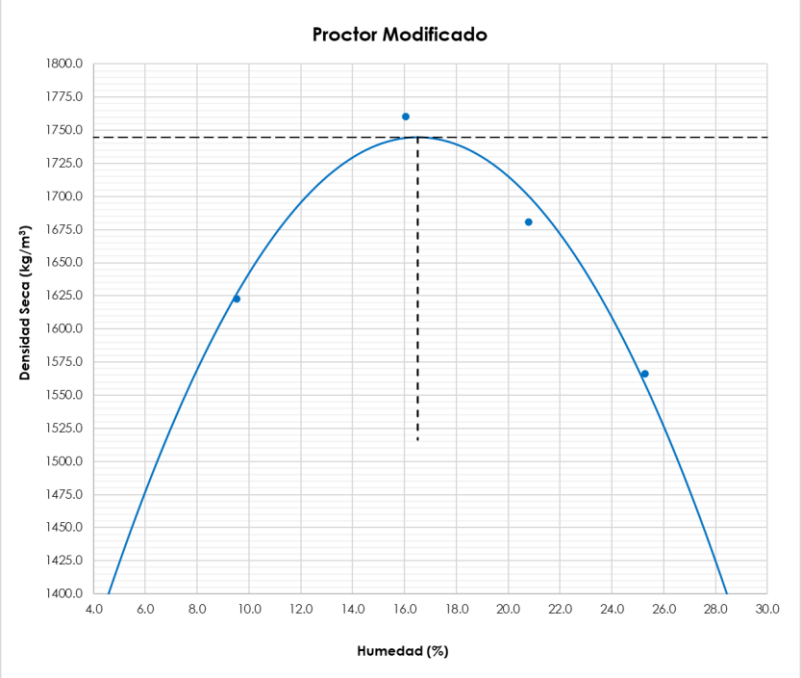
Para la ejecución del ensayo de CBR se requiere la obtención de la humedad óptima, por lo cual, previamente se realiza un ensayo de compactación Proctor Modificado, regido por las normativas ASTM D 1557 y AASHTO T-180. El ensayo se aplicó a los materiales correspondientes a las calicatas PCA #01, PCA #03, PCA #05, PCA #07, PCA #09, y PCA #11. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada calicata analizada, sin embargo, los reportes de laboratorio, se presentan en el anexo de ensayos de laboratorio.



Gráfica 1 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #01

Tabla 54 Resultados Proctor Modificado material PCA #01

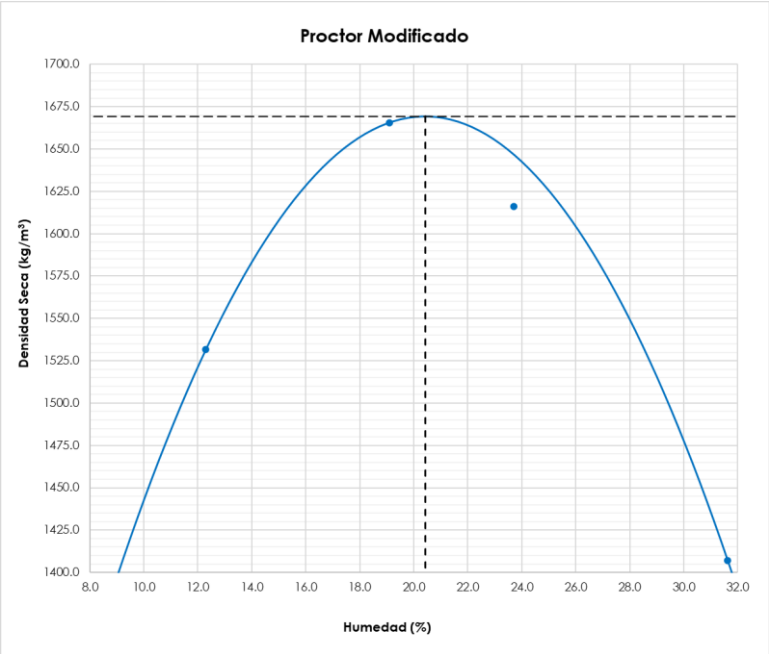
Humedad Óptima:	11.6	%
Densidad Seca Máxima:	1961	kg/m^3



Gráfica 2 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #03

Tabla 55 Resultados Proctor Modificado material PCA #03

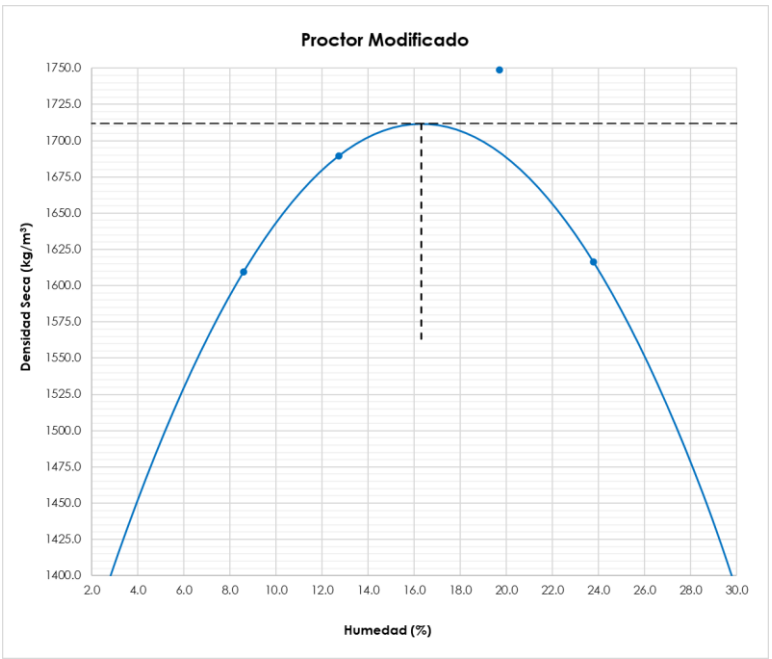
Humedad Óptima:	16.5	%
Densidad Seca Máxima:	1745	kg/m^3



Gráfica 3 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #05

Tabla 56 Resultados Proctor Modificado material PCA #05

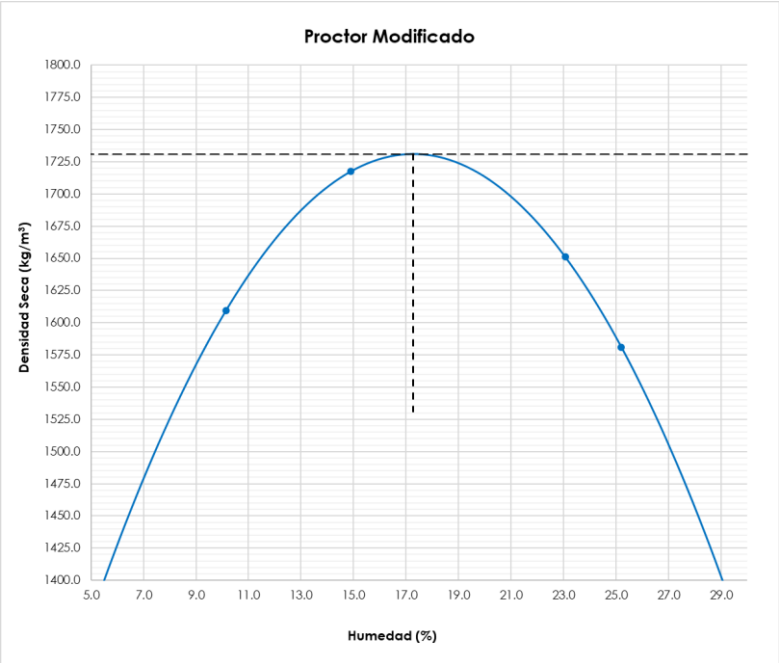
Humedad Óptima:	20.4	%
Densidad Seca Máxima:	1669	kg/m^3



Gráfica 4 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #07

Tabla 57 Resultados Proctor Modificado material PCA #07

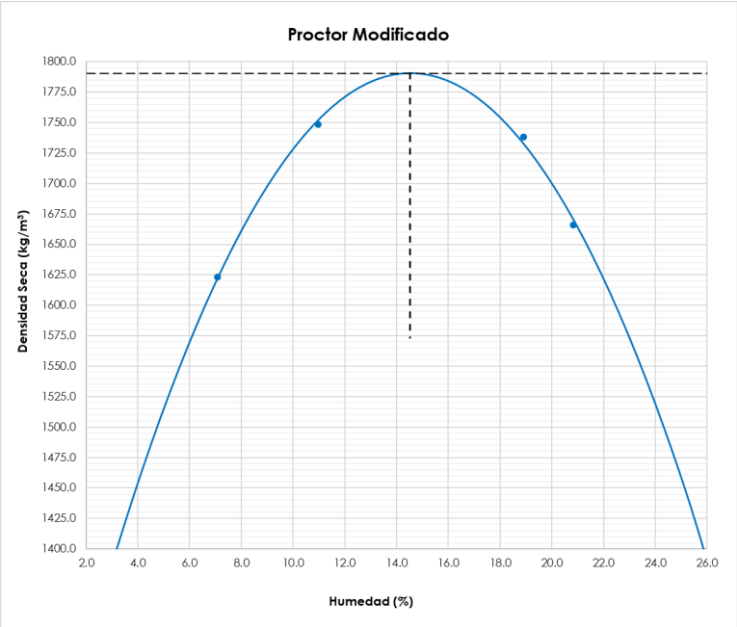
Humedad Óptima:	16.3	%
Densidad Seca Máxima:	1712	kg/m^3



Gráfica 5 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #09

Tabla 58 Resultados Proctor Modificado material PCA #09

Humedad Óptima:	17.3	%
Densidad Seca Máxima:	1731	kg/m^3



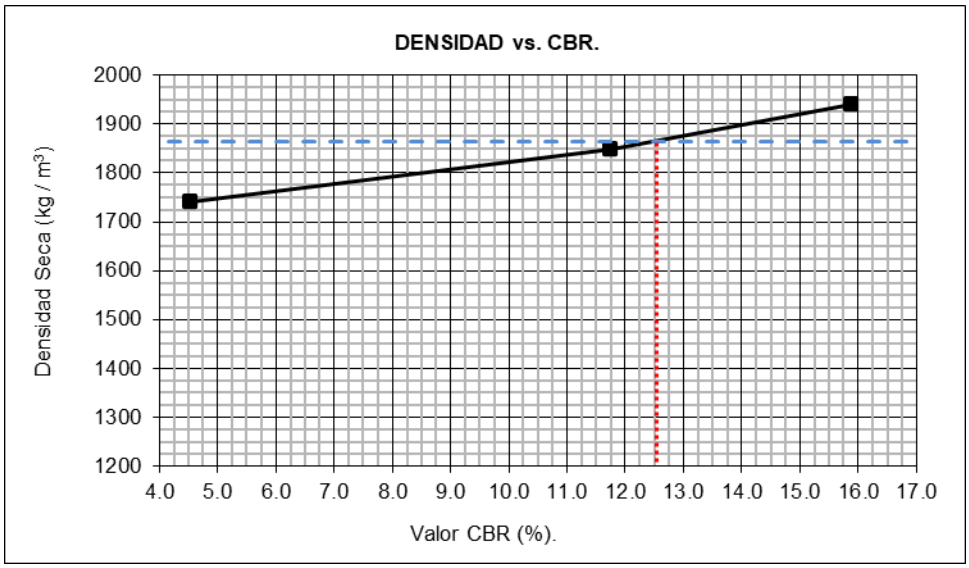
Gráfica 6 Humedad vs Densidad seca Proctor Modificado PCA #11

Tabla 59 Resultados Proctor Modificado material PCA #11

Humedad Óptima:	14.5	%
Densidad Seca Máxima:	1791	kg/m^3

13.3.3 Ensayo de CBR en laboratorio

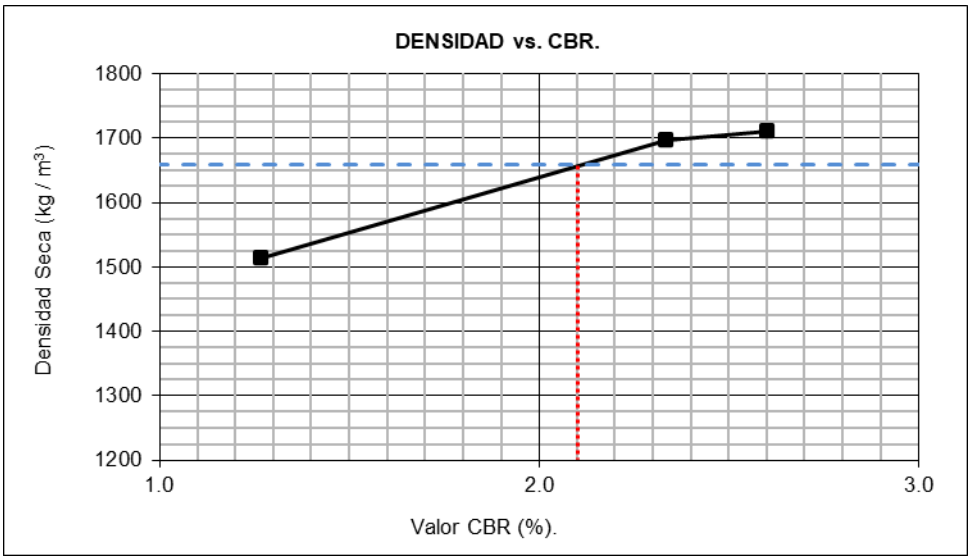
Se realizaron seis ensayos de CBR en laboratorio a las muestras correspondientes a las calicatas, PCA #01, PCA #03, PCA #05, PCA #07, PCA #09 y PCA #11. El Ensayo CBR se rige por las normas ASTM D 1883 y AASHTO T 193. A continuación, se presenta el resumen de los resultados, sin embargo, el reporte de laboratorio se presenta el anexo de resultados de laboratorio:



Gráfica 7 CBR vs Densidad Seca PCA #01

Tabla 60 Resultados CBR PCA #01

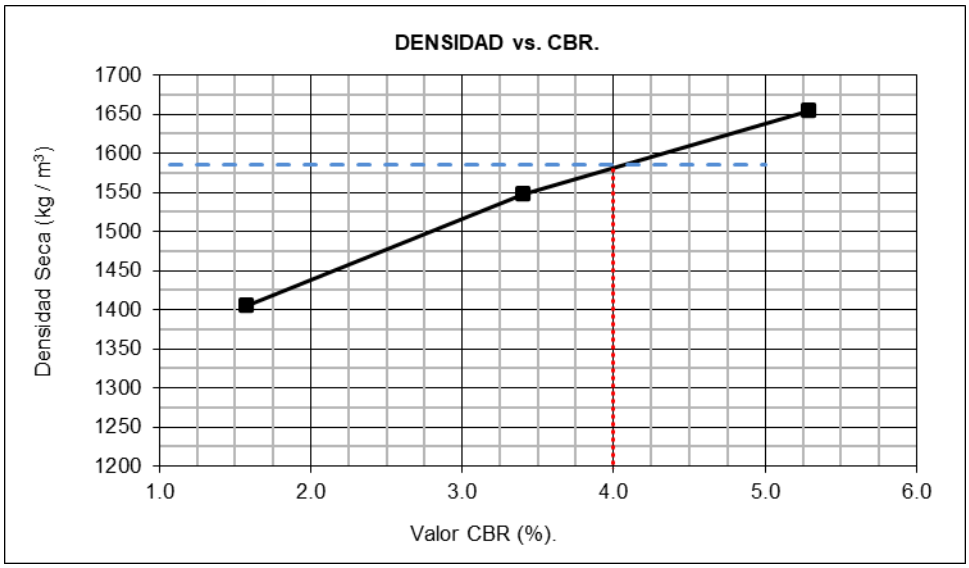
Densidad seca máx. P. Modificado=	1961	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1863	kg/m³
C.B.R.=	12.50	%



Gráfica 8 CBR vs Densidad Seca PCA #03

Tabla 61 Resultados CBR PCA #03

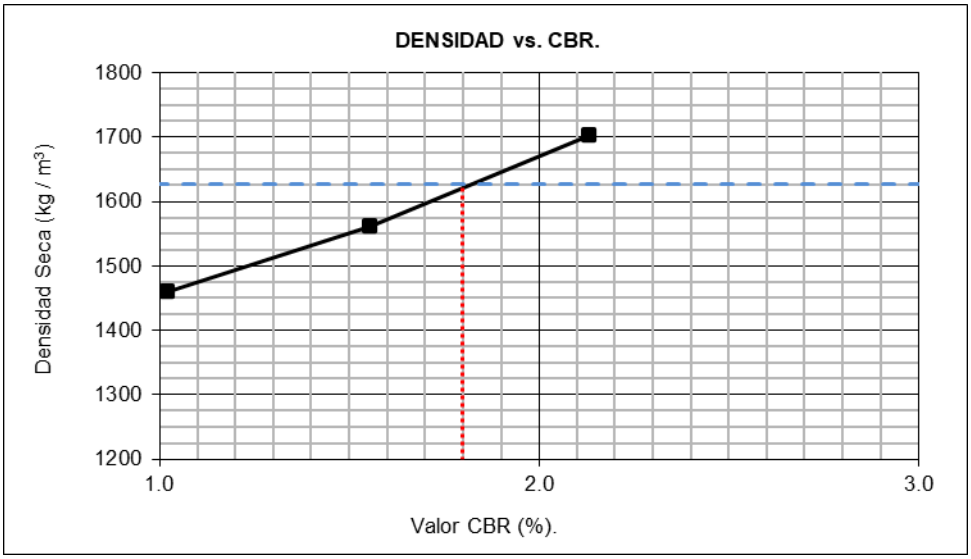
Densidad seca máx. P. Modificado=	1745	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1658	kg/m³
C.B.R.=	2.10	%



Gráfica 9 CBR vs Densidad Seca PCA #05

Tabla 62 Resultados CBR PCA #05

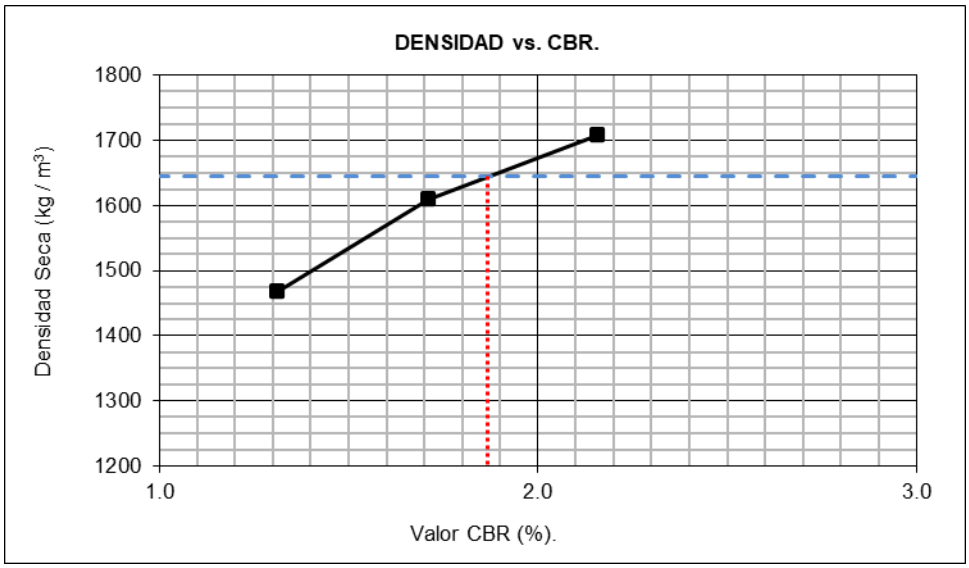
Densidad seca máx. P. Modificado=	1669	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1586	kg/m³
C.B.R.=	4.00	%



Gráfica 10 CBR vs Densidad Seca PCA #07

Tabla 63 Resultados CBR PCA #07

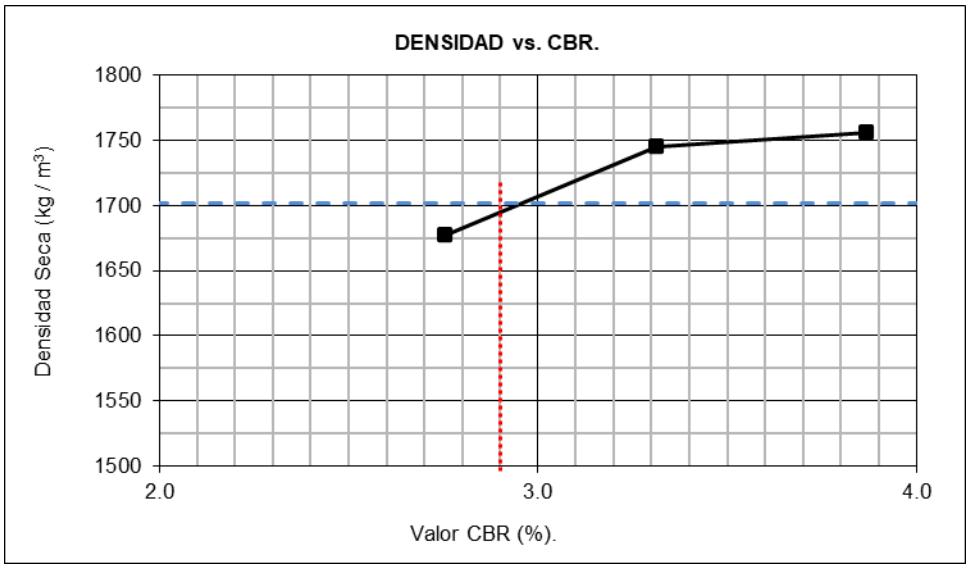
Densidad seca máx. P. Modificado=	1712	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1626	kg/m³
C.B.R.=	1.80	%



Gráfica 11 CBR vs Densidad Seca PCA #09

Tabla 64 Resultados CBR PCA #09

Densidad seca máx. P. Modificado=	1731	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1644	kg/m³
C.B.R.=	1.85	%



Gráfica 12 CBR vs Densidad Seca PCA #11

Tabla 65 Resultados CBR PCA #11

Densidad seca máx. P. Modificado=	1791	kg/m³
95% Densidad seca máx.=	1701	kg/m³
C.B.R.=	2.90	%

13.4 Análisis de Resultados y determinación de CBR característico

En función de los resultados de laboratorio y observaciones de campo se realizó la caracterización geotécnica de la subrasante donde se asentará la estructura de pavimento a ser diseñada para el presente estudio.

De acuerdo con los resultados de clasificación de suelos y la descripción litológica de materiales observados en el sitio, se establece que, existen dos materiales como predominantes, un material fino arcilloso de color variable, según el tipo de meteorización que presenta (café, gris) clasificado según SUCS como CL y CH según AASHTO como A-7-5 y A-7-6; y arenas limosas, clasificado según SUCS como SM y según AASHTO como A-2-4 y A-4.

Mayoritariamente el suelo de subrasante es de tipo arcilloso CH, el cual se observa desde la abscisa 1+500 hasta la abscisa 4+600, y hacia el final de la vía desde la abscisa 5+550 hasta el final de la vía. Luego le sigue la zona de material areno limoso que se localiza alrededor de las abscisas 1+000 y 5+050. Y finalmente la zona inicial de la vía con una zona caracterizada por un relleno para nivelar el costado izquierdo del río.

Para todos los suelos descritos se han obtenido ensayos de CBR, ya sean de laboratorio o de campo.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 66 Resumen de resultados de CBR

DATOS DE EXPLORACIÓN			CLASIFICACIÓN		CBR
ID	MUESTRA	PROF.	SUCS	AASHTO	
		(m)			%
PCA # 01	PCA # 01 -01	0.30-1.50	GC	A-2-7	12.50
PCA # 02	PCA # 02 -01	0.30-1.50	SM	A-2-4	---
PCA # 03	PCA # 03 -01	0.30-1.50	CH	A-7-6	2.10
PCA # 04	PCA # 04 -01	0.90-1.50	CH	A-7-5	1.68
PCA # 05	PCA # 05 -01	0.30-1.50	CL	A-7-6	4.00
PCA # 06	PCA # 06 -01	0.30-1.50	ML	A-4	6.24
PCA # 07	PCA # 07 -01	0.30-1.50	CH	A-7-6	1.80
PCA # 08	PCA # 08 -01	0.30-1.50	CL	A-6	8.42
PCA # 09	PCA # 09 -01	0.30-1.50	CH	A-7-6	1.85
PCA # 10	PCA # 10 -01	0.30-2.60	SM	A-4	14.86
PCA # 11	PCA # 11 -01	0.30-1.50	GP-GC	A-2-7	2.90
PCA # 12	PCA # 12 - 01	0.30-1.50	CL	A-7-6	5.45

En función de los resultados de CBR se obtendrá el CBR característico de toda la vía en estudio, para el diseño de pavimentos. Para la determinación del CBR característico la normativa ASSHTO recomienda utilizar el valor que represente un cierto percentil que

se asumirá en función de los ESALs o número de ejes equivalentes y de la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 67 Percentil para selección de CBR característico

Número de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño		Percentil para seleccionar la resistencia
0.0E+00	1.0E+04	60
1.0E+04	1.0E+06	75
1.0E+06	1.0E+14	87.5

De acuerdo con la tabla anterior y el número de ESALs de 838143, se recomienda utilizar el percentil 75 de los CBR encontrados.

Tabla 68 Calculo del CBR característico

CBR (%)	CBR ordenado (%)	Valores mayores o iguales	% de valores mayores
2.9	1.68	11	100.00
4	1.8	10	90.91
12.5	1.85	9	81.82
2.1	2.1	8	72.73
1.85	2.9	7	63.64
1.8	4	6	54.55
1.68	5.45	5	45.45
6.24	6.24	4	36.36
8.42	8.42	3	27.27
14.86	12.5	2	18.18
5.45	14.86	1	9.09

De la tabla anterior se obtiene un CBR característico de 2,04 % para el percentil 75. De acuerdo con el valor determinado se asume para el diseño un valor del 2%.

Para un CBR del 2% y la fórmula propuesta por la AASHTO que se presenta a continuación, se obtiene un módulo resiliente de 3000 psi o lb/pulg^2.

14 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Para la vía en estudio, se ha previsto un tipo de pavimento flexible, caracterizado por una capa de rodadura de hormigón asfáltico, con el planteamiento de dos alternativas, variando las características de los materiales de la estructura. El pavimento flexible posee características tenso deformacionales, que contribuyen a que absorba de mejor manera las deformaciones, además que, los posibles daños a generarse pueden resolverse de manera no compleja mediante un mantenimiento rutinario. Se ha asumido el diseño de este tipo de pavimento en función de las practicas constructivas en la vialidad de la provincia y la disposición de materiales.

La metodología para el diseño del presente pavimento corresponde a la propuesta por la AASHTO 93.

Uno de los parámetros primordiales en el diseño de pavimentos es el CBR, que nos reporta la capacidad de soporte del suelo de subrasante. Para este caso en específico se ha obtenido el valor de CBR de diseño del 2,00% y un módulo resiliente de 3000 psi o lb/pulg^2.
Y de la estimación de las cargas vehiculares se obtuvo un número de ejes equivalentes de 838143.
En los subcapítulos siguientes se describen los parámetros de diseño que requiere la metodología de diseño para la obtención de los espesores de capa de la estructura de pavimento.

14.1 Alternativa 1 (Base granular)

14.1.1 Características materiales de mejoramiento

El C.B.R. del material de mejoramiento considerado para el cálculo, se basa en las especificaciones del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) para mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, con el siguiente valor mínimo:

Tabla 69 CBR diseño mejoramiento especificación MTOP

Material	CBR especificación MTOP %
Suelo seleccionado	10

Fuente: Especificaciones Generales del MTOP del Ecuador

De acuerdo con el CBR de 10% asumido y la siguiente ecuación, se obtiene un módulo resiliente del mejoramiento de 10202 psi o lb/pulg^2.

14.1.2 Características de la subbase

El C.B.R. del material de subbase considerado para el cálculo, se basa en las especificaciones del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), con el siguiente valor mínimo:

Tabla 70 CBR diseño subbase especificación MTOP

Material	CBR especificación MTOP %
SUBBASE	30

Fuente: Especificaciones Generales del MTOP del Ecuador

De acuerdo con el CBR de 30% asumido y el siguiente Abaco (Gráfica 13), se obtiene un módulo resiliente de la subbase de 14900 psi o lb/pulg^2.

14.1.3 Características de la base

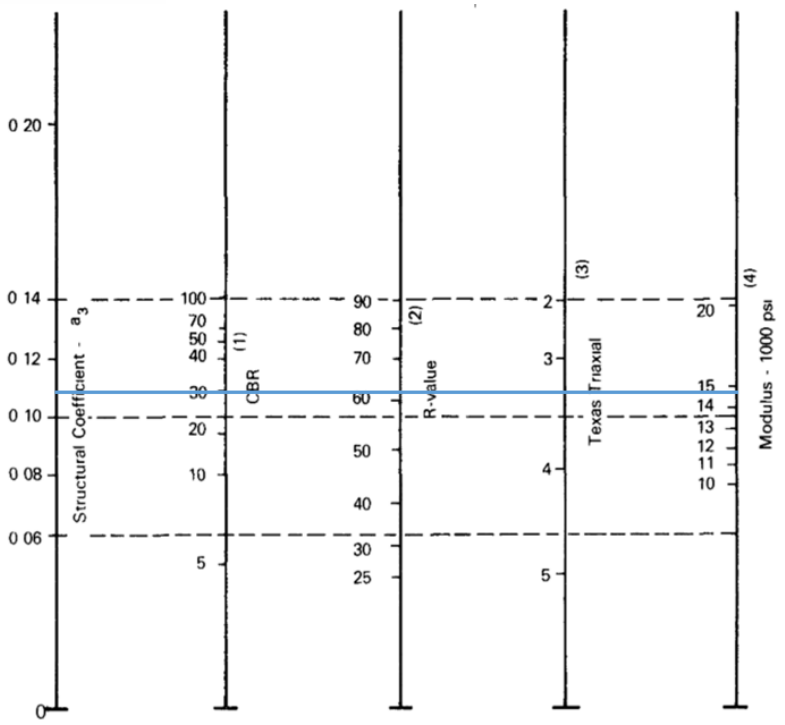
El CBR del material de base considerado para el cálculo, se basa en las especificaciones del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), con el siguiente valor mínimo:

Tabla 71 CBR de diseño de base especificación MTOP

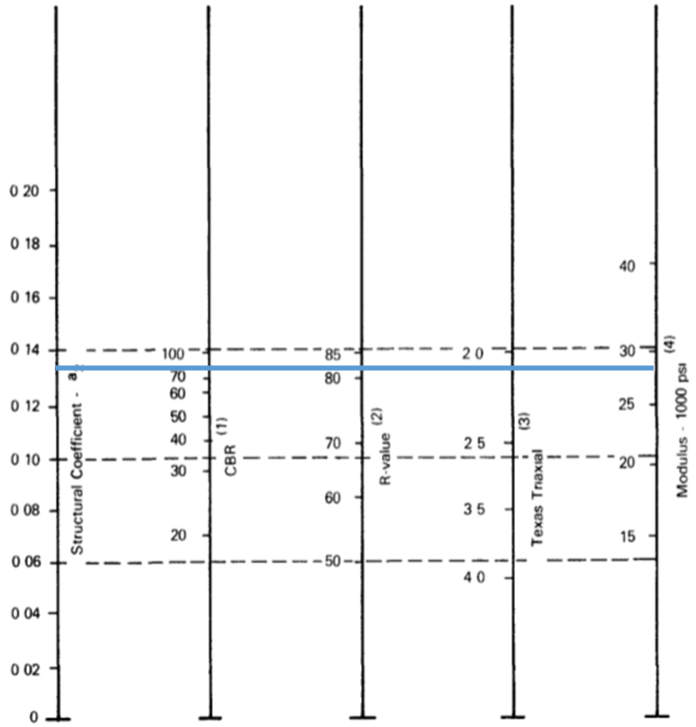
Material	CBR especificación MTOP %
Base	80

Fuente: Especificaciones Generales del MTOP del Ecuador

Con un CBR de 80% se obtiene un módulo resiliente de 28000 psi según la Gráfica 14.



Gráfica 13 Abaco para la obtención de Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Subbase. Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



Gráfica 14 Abaco para la obtención de Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Base. Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

14.1.4 Pérdida de Serviciabilidad

Este valor está determinado por el índice de servicio inicial y final, y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta Psi = Po - Pt$$

Dónde

Po: Nivel Inicial

Pt: Nivel Final

ΔPsi : Perdida de Serviciabilidad

Los valores que son empleados para representar la condición del pavimento para el final del período de diseño, son los siguientes:

- Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico, pt = 3,0
- Para vías con características de autopistas urbanas y troncales de intensidad de tráfico normal, así como para autopistas interurbanas, pt = 2,5
- Para vías locales, ramales, secundarias y agrícolas, se toma un valor de pt = 2,0

Para el presente estudio se consideró un valor de pt= 2,2, dado que la vía de estudio es de tipo local. Por otra parte, el nivel inicial considerado en el diseño es de 4,2 para pavimentos flexibles, de acuerdo a las recomendaciones expuestas en la normativa AASHTO 93.

14.1.5 Confiabilidad (R) y desviación estándar normal (ZR)

Con el parámetro “R”, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño. La confiabilidad dependerá del tipo de carretera y el sector si es urbana o rural, para esto se utiliza la tabla a continuación:

Tabla 72 Confiabilidad (R)

Tipos de carretera	Niveles de confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopista y carreteras importantes	85 -99.9	85 -99.9
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Para la vía en estudio es de tipo colectora rural, por lo cual, se adopta una confiabilidad del 85%, promedio del rango 75-95%.

14.1.6 Error Estándar (So)

Se presenta el error estándar que conjuga la desviación estándar de la ley de predicción del tránsito en el periodo de diseño con la desviación estándar de la ley de predicción del comportamiento del pavimento, es decir, el número de ejes que pueda soportar el pavimento hasta que su índice de servicio descienda por debajo de cierto valor.
En este caso particular, el valor asumido es de 0,45, recomendado para pavimentos flexibles nuevos (AASHTO 93).

14.1.7 Condiciones de drenaje (m)

Para la vía en estudio se considera un coeficiente de drenaje (m) de 1,07 para las capas de base y subbase basado en una calidad de drenaje bueno y un porcentaje de tiempo expuesto a la saturación entre el 5% y 25%. Para el caso de utilizar de utilizar material de mejoramiento se debe asumir para esta capa un valor (m) de 0,9, dado que la calidad de drenaje disminuye a aceptable, por encontrarse en contacto directo con la subrasante.

Tabla 73 Coeficiente de drenaje (m)

Calidad de drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximo 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
Aceptable	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: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

14.1.8 Cálculo de estructura de pavimento

a) Cálculo de números estructurales

El número estructural SN es un número abstracto empleado para deterninar los espesores de las diferentes capas. Este está relacionado con el número de ejes equivalentes que pasarán por una vía, la serviciabilidad terminal, y las condiciones ambientales.

Para el diseño de pavimentos flexibles la AASHTO proporciona la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = z_R s_o + 9{,}36\log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32\log_{10}(MR) - 8{,}07$$

Para determinar del número estructural se incluirá en la ecuación anterior parámetros como: número de ejes equivalentes de 18 kips W18, modulo resiliente MR, variación de índice de serviciabilidad ΔPSI, desviación estándar normal ZR, error estándar So, y se resolverá la misma. Para determinar los tres diferentes números estructurales, lo que variara es el módulo resiliente de cada capa. Es así que, para obtener el número estructural requerido sobre la subrasante SN_4 se utilizará el módulo resiliente de la subrasante, para el requerido sobre el mejoramiento SN_3 se utilizará el módulo resiliente del mejoramiento, para el requerido sobre la subbase SN_2 se utilizará el módulo resiliente de la subbase, y para el requerido sobre la base SN_1 se utilizará el módulo resiliente de la base.

Tabla 74 Números estructurales correspondiente a diferentes soportes.

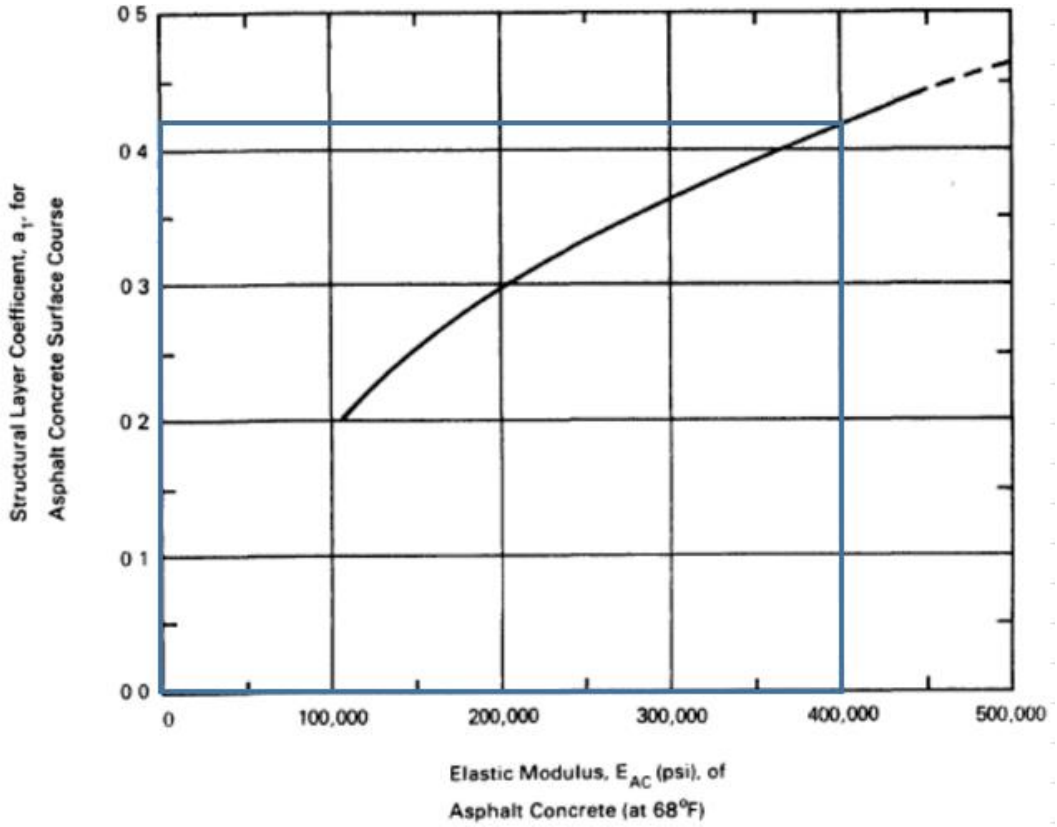
Capa sobre la que se estima	SN
Subrasante SN_4	4.349
Mejoramiento SN_3	2.821
Subbase SN_2	2.453
Base SN_1	1.904

b) Coeficiente estructural (a)

La metodología de diseño asigna a cada capa un coeficiente estructural, los cuales permiten convertir los números estructurales SN en espesores. Estos coeficientes dependen de la resistencia de cada capa y es una medida su capacidad relativa, de acuerdo con la metodología AASHTO se obtienen coeficientes para la carpeta asfáltica,

para la base y para la subbase. Para las capas de subbase (a3) y base (a2) los coeficientes se obtienen en función de los ábacos presentados en la Gráfica 13 y Gráfica 14, en las subsecciones correspondientes. Mientras que para la capa de hormigón asfaltico (a1) se obtendrá en función del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, según el ábaco presentado a continuación:

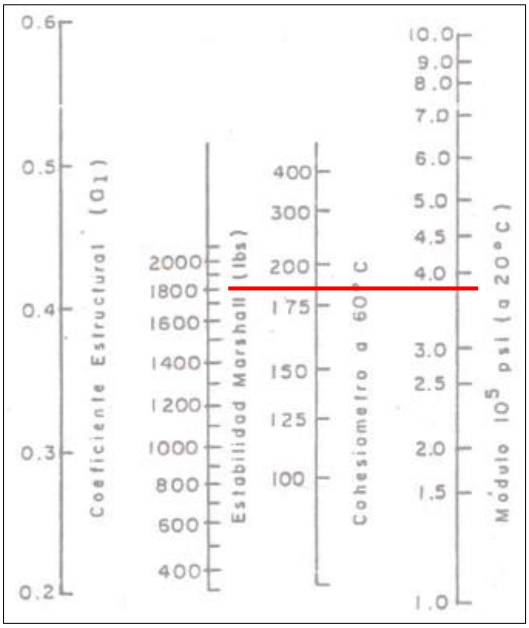
Gráfica 15 Coeficiente a1 en función del módulo de elasticidad del asfalto.



Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

El módulo de elasticidad del concreto asfáltico es asumido en función del ábaco que se presenta a continuación y de la estabilidad Marshall esperada y que será especificada para la mezcla asfáltica. Entonces para una estabilidad Marshall especificada de 1.800 lb se tendrá un valor de módulo de elasticidad de concreto asfáltico de 390.000 psi.

Gráfica 16 Módulo de elasticidad del asfalto en función de su estabilidad Marshall.



Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

Entonces, para cada una de las capas se obtienen los siguientes coeficientes estructurales de capa:

Tabla 75 Coeficiente estructurales por capa

Capa	Coeficientes de capa (a)
Mezcla asfáltica	0.42
Base	0.13
Subbase	0.11
Mejoramiento	0.09

Para obtener el coeficiente de capa (a) del material de mejoramiento se utiliza la siguiente tabla recomendada por la AASHTO para distintos tipos de materiales, para el material de mejoramiento se asume el valor de mejoramiento de la subrasante para suelo seleccionado con un valor de 0,035. Es importante señalar que los valores de la tabla están planteados para espesores de capa en cm, y como el resto de los coeficientes de capa (asfalto, base, subbase) están expresados para el cálculo de espesores en pulgadas, es necesario multiplicar el valor de la tabla por 2,54, obteniéndose un valor de 0,09. Los señalado se puede comprobar con el material de base, donde para una base con CBR 80% se tiene un valor de coeficiente de 0,051, luego multiplicando dicho valor por 2,54, se obtiene 0,13 que es el valor encontrado con el abaco de la AASHTO (Gráfica 14 Abaco para la obtención de Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Base. Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.)

Tabla 76 Coeficientes de capas diseño estructural de pavimentos flexibles

COEFICIENTE DE CAPAS DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO		
CLASE DE MATERIAL	**NORMAS**	**COEF. (cu)**
CAPA DE SUPERFICIE		
Concreto Asfáltico	EST. DE MARSHALL 1000-1800 LBS	0.134-0.173
Arena Asfáltica	EST. DE MARSHALL 500-800 LBS	0.079-0.118
Carpeta Bituminosa Mezclada en el Camino	EST. DE MARSHALL 300-600 LBS	0.059-0.098
CAPA DE BASE		
Agregados Triturados graduados uniformemente	P.I. 0-4, C B R > 100%	0.047-0.055
Grava Graduada Uniformemente	P.I. 0-4, C B R > 30- 80%	0.028-0.051
Concreto Asfáltico	EST. DE MARSHALL 1000-1600 LBS	0.098-0.138
Arena Asfáltica	EST. DE MARSHALL 500-800 LBS	0.059-0.098
Agregado Grueso Estabilizado con cemento	RESIST. A LA COMP. 28-46 KG/CM2	0.079-0.138
Agregado Grueso Estabilizado con cal	RESIST. A LA COMP. 7 KG/CM2	0.059-0.118
Suelo Cemento	RESIST. A LA COMP. 18-32 KG/CM2	0.047-0.079
CAPA DE SUB-BASE		
Arena – Grava, graduada uniformemente	P.I. 0-6, C B R 30 +%	0.035-0.043
Suelo – Cemento	RESIST. A LA COMP. 18-32 KG/CM2	0.059-0.071
Suelo – Cal	RESIST. A LA COMP. 5 KG/CM2	0.059-0.071
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE		
Arena o Suelo Seleccionado	P.I. 0-10	0.020-0.035
Suelo con Cal	3% MIN. DE CAL EN PESO DE LOS SUELOS	0.028-0.039
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO		
Triple Riego		0.40
Doble Riego		0.25
Simple Riego		0.15

c) Cálculo de estructura de pavimento

La estructura del pavimento es calcula en base a los números estructurales, coeficientes estructurales, y coeficiente de drenaje de capa, con la siguiente ecuación:

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

Donde:

$SN_T = SN_4$ es el número esructural con un suporte MR de subrasante.
SN_3 es el número estructural con un soporte MR de mejoramiento.
SN_2 es el número estructural con un soporte MR de subbase.
SN_1 es el número estructural con un soporte MR de base.
mi es el coeficiente de drenaje para cada capa.
Di es el espesor de las diferentes capas.

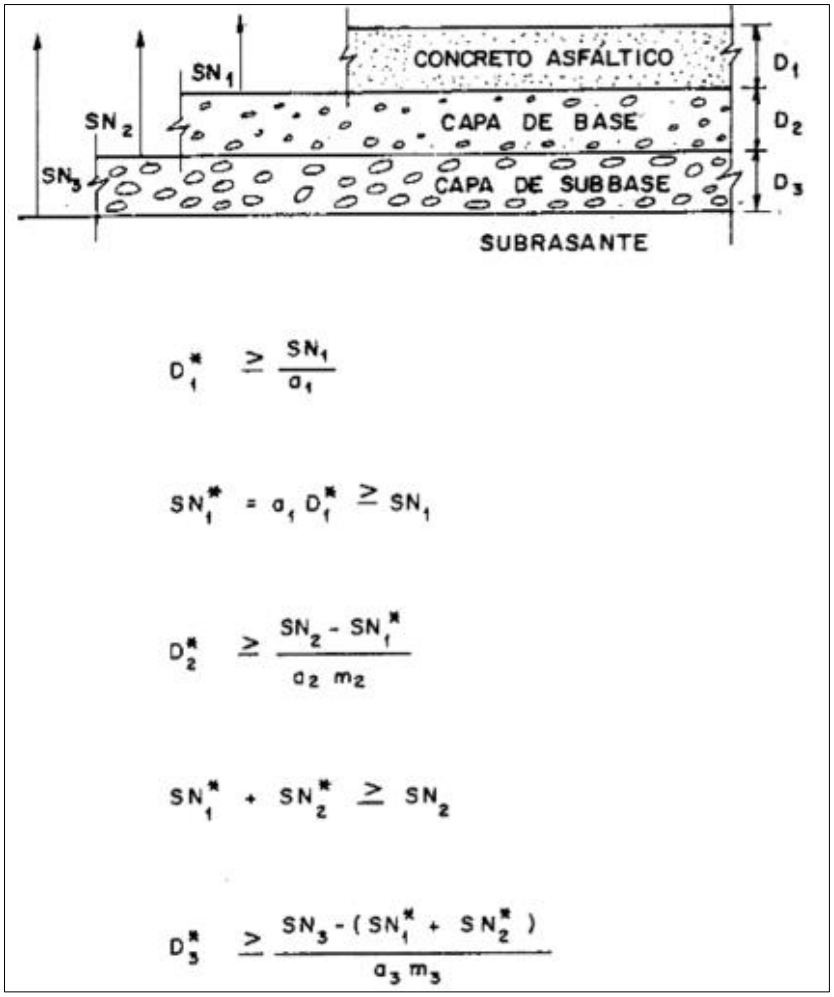
Con lo expuesto con anterioridad se tiene también que:

$$SN_1 = a_1 D_1$$
$$SN_2 = a_1 D_1 + a_2 m_1 D_2$$

$$SN_3 = a_1 D_1 + a_2 m_1 D_2 + a_3 m_2 D_3$$
$$SN_4 = a_1 D_1 + a_2 m_1 D_2 + a_3 m_2 D_3 + a_4 m_3 D_4$$

En la figura a continuación se esquematiza el procedimiento de cálculo general de los espesores para cada una de las capas:

Figura 7 Procedimiento para la determinación de espesores de capa usando un análisis de capa



Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures

En función de los números estructurales, de los coeficientes estructurales de capa, y la metodología señalada de cálculos de espesores propuesta por la AASHTO. A continuación, se presenta los cálculos de los espesores de las distintas capas de pavimento.

Tabla 77 Cálculos de espesores de capas de pavimentos alternativa 1

Parámetros de diseño			
Error estandar combinado	So	0.45	
Indice de servicio inicial	Po	4.2	
Indice de servicio final	Pt	2.2	
Perdida de serviciabilidad	ΔPSI	2	
Confiabilidad		85.0%	
Desviación Estándar normal	ZR	-1.04	
Coeficiente de drenaje Base	m2	1.07	
Coeficiente de drenaje Subabse	m3	1.07	
Coeficiente de drenaje Subabse	m4	0.90	
Módulo elástico del concreto asfáltico	390000	psi	
Números Estructurales (Ecuación AASHTO)			
Ecuacion		0.00	
Número Estructural sobre la subrasante	SN4	4.349	
Ecuacion		0.00	
Número Estructural sobre mejoramiento	SN3	2.821	
Ecuacion		0.000	
Número Estructural sobre la subbase	SN2	2.453	
Ecuacion		0.000	
Número Estructural sobre la base	SN1	1.904	
Coeficientes estructurales			
Coeficiente de la carpeta	a1	0.42	gráfica
Coeficiente de la base	a2	0.13	gráfica
Coeficiente de la subbase	a3	0.11	gráfica
Coeficiente de mejoramiento	a4	0.09	Tabla AASHTO
Cálculo de espesores			
Espesor calculado carpeta	D1	4.53	pulg
Espesor asumido carpeta	**D1'**	**3**	**pulg**
Número Estructural sobre la base Corregido	SN1'	1.26	
SN(base granular)	SNb	1.19	
Espesor calculado base	D2	8.58	pulg
Espesor asumido base	**D2'**	**5.91**	**pulg**
	D2'	15.00	cm
SN(base granular) corregido	SN2'	0.82	
SN(subbase)	SNsb	0.74	
Espesor calculado subbase	D3	6.29	pulg
Espesor asumido subbase	**D3'**	**9.84**	**pulg**
	D3'	25.00	cm
SN(subbase) corregido	SN3'	1.16	pulg
SN(mejoramiento)	Snmejor	1.11	
Espesor calculado mejoramiento	D4	13.70	pulg
Espesor asumido mejoramiento	**D4'**	**13.78**	**pulg**
	D4'	35.00	cm
SN(mejoramiento) corregido	SN4'	1.12	pulg

En base a los cálculos presentados en la tabla anterior se obtiene una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 3,00 pulg, una capa de base de 15 cm, una capa de subbase de 25 cm, y una capa de mejoramiento de 35 cm.

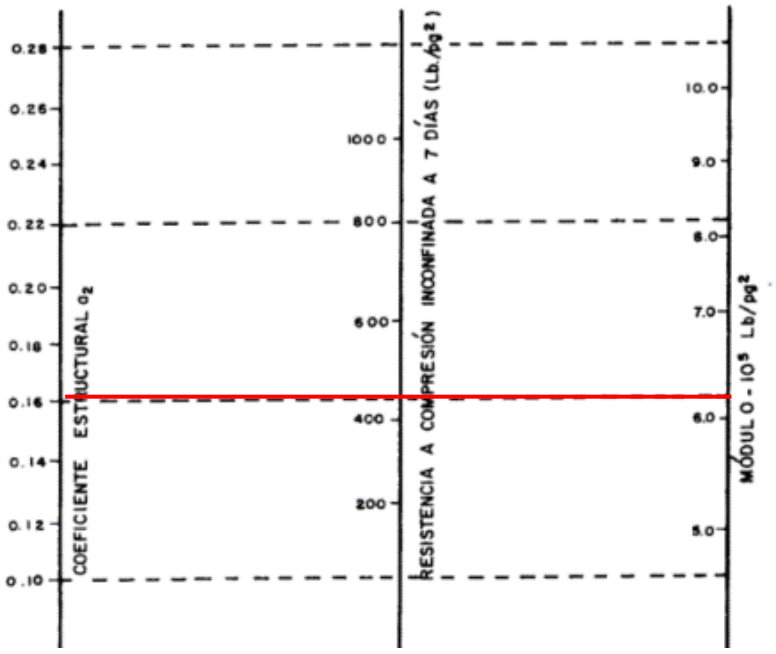
A continuación, se presenta la sección de estructura de pavimento para la alternativa 1:

Tabla 78 Estructura de pavimento flexible obtenida para la alternativa 1

Estructura Alt 1			
Losa de hormigón asafáltico mezcla caliente, Estabilidad Marshall >1800 lb		3.00	pulg
Base granular tipo II		15.00	cm
Subbase granular tipo II		25.00	cm
Material de mejoramiento		35.00	cm

14.2 Alternativa 2 (Base estabilizada con cemento)

Para la alternativa 2 se consideran los mismos parámetros de la alternativa 1, pero se modifica el coeficiente de capa de la base y el módulo resiliente, debido a que, esta capa será estabilizada con cemento. Para la obtención del parámetro se parte primero de la recomendación del MTOP de que una base estabilizada con cemento debe tener una resistencia a la compresión a los 7 días de al menos 30 kg/cm^2 o 426 psi. Luego del ábaco propuesto en la metodología AASHTO 93 para base estabilizada con cemento se obtiene un coeficiente de capa de 0,16 y un módulo resiliente de 620000 psi.



Gráfica 17 Abaco para la obtención de Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Base Estabilizada con Cemento. Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

En función de los números estructurales, de los coeficientes estructurales de capa, y la metodología señalada de cálculos de espesores propuesta por la AASHTO. A continuación, se presenta los cálculos de los espesores de las distintas capas de pavimento.

Tabla 79 Cálculos de espesores de capas de pavimentos alternativa 2

Parámetros de diseño			
Error estandar combinado	So	0.45	
Indice de servicio inicial	Po	4.2	
Indice de servicio final	Pt	2.2	
Perdida de serviciabilidad	ΔPSI	2	
Confiabilidad		85.0%	
Desviación Estándar normal	ZR	-1.04	
Coeficiente de drenaje Base	m2	1.07	
Coeficiente de drenaje Subabse	m3	1.07	
Coeficiente de drenaje Subabse	m4	0.90	
Módulo elástico del concreto asfáltico	390000	psi	
Números Estructurales (Ecuación AASHTO)			
Ecuacion		0.00	
Número Estructural sobre la subrasante	SN4	4.349	
Ecuacion		0.00	
Número Estructural sobre mejoramiento	SN3	2.821	
Ecuacion		-0.001	
Número Estructural sobre la subbase	SN2	2.453	
Ecuacion		-0.001	
Número Estructural sobre la base estabilizada con cemento	SN1	0.350	
Coeficientes estructurales			
Coeficiente de la carpeta	a1	0.42	gráfica
Coeficiente de la base estabilizada con cemento	a2	0.16	gráfica
Coeficiente de la subbase	a3	0.11	gráfica
Coeficiente de mejoramiento	a4	0.09	Tabla AASHTO
Cálculo de espesores			
Espesor calculado carpeta	D1	0.83	pulg
Espesor asumido carpeta	**D1'**	**3**	**pulg**
Número Estructural sobre la base est. con cemento Corregido	SN1'	1.26	
SN(base granular estabilizada con cemento)	SNb	1.19	
Espesor calculado base estabilizada con cemento	D2	6.97	pulg
Espesor asumido base estabilizada con cemento	**D2'**	**5.91**	**pulg**
	D2'	15.00	cm
SN(base estabilizada con cemento) corregido	SN2'	1.01	
SN(subbase)	SNsb	0.55	
Espesor calculado subbase	D3	4.67	pulg
Espesor asumido subbase	**D3'**	**9.84**	**pulg**
	D3'	25.00	cm
SN(subbase) corregido	SN3'	1.16	pulg
SN(mejoramiento)	Snmejor	0.92	
Espesor calculado mejoramiento	D4	11.36	pulg
Espesor asumido mejoramiento	**D4'**	**11.81**	**pulg**
	D4'	30.00	cm
SN(mejoramiento) corregido	SN4'	0.96	pulg

En base a los cálculos presentados en la tabla anterior se obtiene una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 3,00 pulg, una capa de base de 15 cm, una capa de subbase de 25 cm, y una capa de mejoramiento de 30 cm.

A continuación, se presenta la sección de estructura de pavimento para la alternativa 2:

Tabla 80 Estructura de pavimento flexible obtenida para la alternativa 2

Estructura Alt 2			
Losa de hormigón asafáltico mezcla caliente, Estabilidad Marshall >1800 lb		3.00	pulg
Base granular estabilizada con cemento Resistencia 30 kg/cm2		15.00	cm
Subbase granular tipo II		25.00	cm
Material de mejoramiento		30.00	cm

15 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Para el presente diseño se ha planificado una intervención inicial, con una de las dos alternativas diseñadas de pavimento flexible y una intervención de rehabilitación en 10 años, además del mantenimiento o conservación rutinaria necesaria.

Para establecer la intervención necesaria se ha investigado en la literatura específica en el tema de pavimentos, y se ha podido constatar que dentro de la metodología de diseño de pavimento asfalticos para bajos volúmenes de tráfico propuesto por el Instituto Nacional de Vías de Colombia existen recomendaciones de rehabilitación de acuerdo al tipo de intervención inicial.

Lo primero sería definir el tipo o nivel de tránsito de acuerdo a la clasificación de la metodología:

Tabla 81 Tipo de tránsito según metodología Instituto Nacional de Vías de Colombia

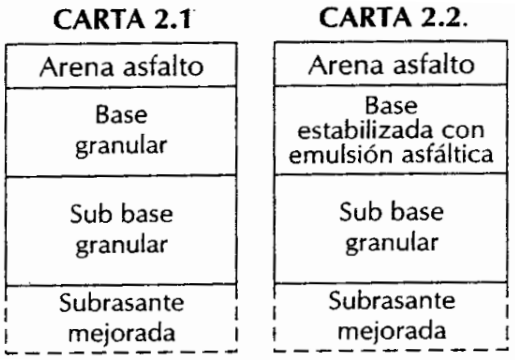
Clases de tránsito de diseño	
Clase de tránsito	Número diario de vehículos pesados al año inicial de servicio en el carril de diseño
T1	1-10
T2	11-25
T3	26-50

De acuerdo con el estudio de tránsito en el año de inicial del proyecto se tiene un total de 47 vehículos pesados, distribuidos en 7 buses, 38 camiones de 2 ejes, y 2 camiones de 3 ejes. Con los 47 vehículos se tiene un tipo de tránsito T3.

Luego, la metodología describe el tipo de mantenimiento en función del tipo de intervención y al nivel de tráfico, tal como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 82 Estrategia de mantenimiento metodología Instituto Nacional de Vías de Colombia

CARTA DE DISEÑO	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL	NIVEL DE TRANSITO	
		T1 Y T2	T3
2.1.		ALT1 : CR + R3 V.R. : 20 % ALT2 : CR + R5 V.R. : 50 %	ALT1 : CR + R4 V.R. : 20 % ALT2 : CR + R6 V.R. : 50 %
2.2.		ALT1 : CR + R3 V.R. : 40 % ALT2 : CR + R5 V.R. : 50 %	ALT1 : CR + R4 V.R. : 40 % ALT2 : CR + R6 V.R. : 50 %
2.3.		ALT1 : CR + R3 V.R. : 20 % ALT2 : CR + R5 V.R. : 50 %	ALT1 : CR + R4 V.R. : 20 % ALT1 : CR + R6 V.R. : 50 %



Las alternativas propuestas en el presente diseño comprenden, una capa de rodadura de asfalto, base, subbase; y una capa de rodadura de asfalto, base estabilizada y subbase. Entonces como las alternativas diseñadas en el presente estudio, coinciden con las señaladas en las cartas 2.1 y 2.2. se tendrían estrategias de rehabilitación CR+ R4 y CR +R6. Donde CR corresponde a la conservación rutinaria, R4 a una rehabilitación con riego de liga + 6 cm de mezcla asfáltica, y R6 a una rehabilitación con riego de liga + 6 cm de arena – asfalto mezclado en caliente.

La conservación rutinaria comprende limpieza de cunetas, y otras obras de drenaje superficial, como alcantarillas y cunetas. Roza de taludes y zonas laterales, y eventuales bacheos localizados menores.

En resume se recomienda que a los 10 años se realice una rehabilitación con riego de liga y 6 cm de carpeta asfáltica, además de bacheos mayores donde la estructura presente problemas de fondo. Esto deberá estar acompañada del mantenimiento o conservación rutinaria.

Aunque se plantea esta estrategia de rehabilitación, es importante señalar que la rehabilitación planteada servirá de referencia para establecer los costos de mantenimiento y desarrollo del proyecto, y en los 10 años, la rehabilitación dependerá del estado que presente la vía en ese momento, y deberá ser medido a partir de determinar el parámetro PCI, por sus siglas en inglés, de Índice de condición del pavimento.

16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La geometría de la vía basa su rediseño en un vehículo tipo 2 DB (Camión de 2 ejes), para una vía colectora categoría IV, aun así el tráfico promedio diario anual, obtenido proyectado al año 2043 es de 681 vehículos, que está entre 300 – 1000 Veh, caracterizándolo como una vía colectora de categoría III, pero debido a la consolidación de la vía se ha pedido por parte de la Prefectura de Loja, que se diseñe tomando en cuenta parámetros para una vía colectora clase categoría IV, para cumplir con los parámetros de diseño establecidos para dicha categoría a tenor de ponderar una solución económica vs una técnica.

- Con este criterio base, se pidió por parte de la dirección tesis realizar un valor agregado al proyecto de titulación, comparando el costo de una intervención económica vs una técnica, realizando variantes en los puntos conflictivos del proyectos donde la normativa no se cumple, de lo cual se desprende que: el "costo" por realizar las variantes técnicas por temas de seguridad al usuario es mínimo ya que en un trazado menos sinuoso la longitud del proyecto disminuye potenciando la posibilidad de realizar ajustes geométricos técnicos sin influir drásticamente en el tema "económico", siendo el caso específico del proyecto donde el valor de 47.086,96 USD "extras", equivale al 1,68 % del total del costo de la vía (2´806.375,36 USD), por lo que se concluye que las variantes son completamente viables y se recomienda realizarlas, ya que el costo de la seguridad del usuario y de una vida no puede ser tasada.

- En función de los resultados de clasificación de suelos y la descripción litológica de materiales observados en el sitio, se establece que, existen dos materiales como predominantes, un material fino arcilloso de color variable, según el tipo de meteorización que presenta (café, gris) clasificado según SUCS como CL y CH según AASHTO como A-7-5 y A-7-6; y arenas limosas, clasificado según SUCS como SM y según AASHTO como A-2-4 y A-4.

- Del cálculo del número de ejes equivalentes de 8,2 ton (N). se obtuvo un total de 838143 ESALs.

- Uno de los parámetros primordiales en el diseño de pavimentos es el CBR, que nos reporta la capacidad de soporte del suelo de subrasante. Para este caso en específico se ha obtenido el valor de CBR de diseño del 2,00% y un módulo resiliente de 3000 psi o lb/pulg^2.

- De los cálculos de estructura de pavimento flexible con la metodología AASHTO 93, para la alternativa 1 se obtuvieron los siguientes espesores de capa a considerarse:

    - Carpeta de Hormigón asfáltico con mezcla en caliente, y una estabilidad Marshall superior a 1.800 lb, espesor= 3 pulg.

- Base granular tipo II, espesor = 15 cm.
- Subbase granular tipo II, espesor = 25 cm.
- Material de mejoramiento, espesor=35 cm.

- De los cálculos de estructura de pavimento flexible con la metodología AASHTO 93, para la alternativa 2 se obtuvieron los siguientes espesores de capa a considerarse:

  - Carpeta de Hormigón asfáltico con mezcla en caliente, y una estabilidad Marshall superior a 1.800 lb, espesor= 3 pulg.
  - Base granular estabilizada con cemento, resistencia a los 7 días 28 kg/cm^2, espesor = 15 cm.
  - Subbase granular tipo II, espesor = 25 cm.
  - Material de mejoramiento, espesor=30 cm.

- Se decide optar por la alternativa 1 de diseño de pavimentos por recomendación de la prefectura de Loja, para uniformizar los proyectos en la zona los cuales se han realizado en su totalidad con este tipo de pavimento en función de experiencias obtenidas por parte de la prefectura anteriormente.

- De acuerdo con el tipo de alternativas obtenidas y las recomendaciones de la literatura especifica en el tema, se recomienda que a los 10 años se realice una rehabilitación con riego de liga y 6 cm de carpeta asfáltica, además de bacheos mayores donde la estructura presente problemas de fondo. Esto deberá estar acompañada del mantenimiento o conservación rutinaria. Aunque se planteé esta estrategia de rehabilitación, es importante señalar que la rehabilitación planteada servirá de referencia para establecer los costos de mantenimiento y desarrollo del proyecto, y en los 10 años, la rehabilitación dependerá del estado que presente la vía en ese momento, y deberá ser medido a partir de determinar el parámetro PCI, por sus siglas en inglés, de Índice de condición del pavimento.

17 BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. (1993). AASHTO Guide For Design of Pavement Structures. Washington.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador . (2016). Acuerdo Ministerial Nro. 018-2016 . Quito.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2003). Norma de Diseño Geométrico.

Montejo Fonseca , A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.

AASHTO. (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 19901. AASHTO (1990) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 1990, 7th Edition.

Instituto Nacional de Vías INVIAS. (2008). Manual De Diseño Geométrico De Carreteras - Capitulo 5. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 9.

MTOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003-Ecuador

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2012). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. Ministerio de Transporte y Obras Públicas Del Ecuador, Volumen 2A, 1–382.