

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Diseño integral de carretera de conexión $L = 6.0$ km hacia la pista automovilística
del cantón Piñas provincia de el Oro”

INGE-2869

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Domenica Angeline Ramirez Tigua

Ian Eduardo Cedeño Garnica

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

A mi familia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este viaje y por siempre dar todo para que mi vida estudiantil sea pacífica y llevadera.

A mi tutor, el Ing. Eduardo Santos, PhD por formarme como alumno y profesional a lo largo de esta etapa educativa.

Al geólogo Erwin Larreta por enseñarme con pasión y entrega el bello arte del estudio de suelos, generando en mi la fascinación e interés que hoy me caracteriza como profesional.

Domenica Angeline Ramirez Tigua

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para terminar esta etapa.

A mi madre Aidhee Tigua y hermano José Ramirez, por brindarme su amor, soporte y palabras de aliento que me mantuvieron firme en cada paso que he dado en la vida.

A mi tutor el Ing. Eduardo Santos, PhD por guiarme con pasión y entrega en cada etapa de este proyecto.

A cada compañero y amigo que encontré tras las aulas que fueron el respiro que necesitaba cuando creía todo perdido.

A Ezequiel Lovecchio, quien con profundo amor y palabras de aliento me acompañó en la realización de este proyecto.

Domenica Angeline Ramirez Tigua

Dedicatoria

A mi abuelo, por sus grandes enseñanzas que me guiaron siempre por el buen camino. Por el ejemplo de nobleza, esfuerzo y honradez que me transmitió y que hoy forman parte de la persona que soy. Su recuerdo será siempre una inspiración en mi vida. Que en paz descanse.

A mi familia, por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi formación. Gracias por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento para superar cada desafío académico y personal.

Al Ing. Eduardo Santos, PhD, mi tutor, por sus valiosas enseñanzas y por compartir generosamente sus conocimientos a lo largo de este proyecto. Su guía y dedicación fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Ian Eduardo Cedeño Garnica

Agradecimientos

A mi madre, Diana Garnica, a mi hermana, Johanna Cedeño, y a mi tío, Bolívar Garnica, por brindarme siempre tranquilidad, apoyo y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias a ustedes aprendí a no rendirme y a culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis mejores amigos y a los nuevos amigos que encontré en este camino universitario, quienes con su compañía, apoyo y alegría hicieron de este recorrido una experiencia más llevadera y enriquecedora.

Al Ing. Eduardo Santos, PhD, mi tutor, por su guía en el desarrollo de este proyecto, por compartir su sabiduría y por cada consejo que me permitió crecer tanto en lo académico como en lo personal.

Ian Eduardo Cedeño Garnica

Declaración Expresa

Nosotros Domenica Angeline Ramirez Tigua e Ian Eduardo Cedeño Garnica acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 29 de mayo del 2025.



Domenica Angeline Ramirez tigua



Ian Eduardo Cedeño Garnica

Evaluadores

Ing. Ingrid Tatiana Orta Zambrano, MSc

Profesor de Materia

Ing. Eduardo Alberto Santos Baquerizo, PhD

Tutor de proyecto

Resumen

El cantón Piñas ha experimentado un crecimiento en la actividad deportiva automovilística, actualmente estas actividades son realizadas en espacios no autorizados y que genera congestión vehicular y molestia en los habitantes de la zona. Con esto podemos mencionar que, el objetivo del presente proyecto es el de diseñar una carretera de acceso de 1.25km que conecte la vía principal a Zaruma con la pista automovilística de fórmula 4. Para el desarrollo de este diseño se analizaron datos topográficos en la zona del proyecto a través de dron, se realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, se realizaron encuestas de aceptación con aforo vehicular y se tomó en cuenta las consideraciones establecidas por el MTOP, NEVI-12 y AASHTO. Como resultados, se clasificó a la carretera de acceso como una carretera Tipo III, se estableció una estructura de pavimento flexible adecuada al proyecto, se diseñó la señalización y drenaje adecuados para el tramo de carretera y se estimó un presupuesto de 434,571.32 dólares, considerando una duración de 115 días laborables. Finalmente se logró diseñar una carretera segura y sostenible que conecte la pista automovilística de fórmula 4 con la vía principal a Zaruma y otras parroquias del cantón Piñas.

Palabras Clave: Diseño, carretera de acceso, pavimento flexible, seguridad.

Abstract

The Piñas canton has experienced significant growth in automobile sports activities; however, these events are currently being carried out in unauthorized areas, causing traffic congestion and disturbances for local residents. In this context, the objective of the present project is to design a 1.25 km access road that connects the main road to Zaruma with the Formula 4 racing track. For the development of this design, topographic surveys of the project area were conducted using drone technology, along with laboratory tests such as grain size distribution, Atterberg limits, Modified Proctor, and CBR. Additionally, traffic counts and acceptance surveys were performed, and the design process considered the specifications established by MTOP, NEVI-12, and AASHTO standards. As a result, the access road was classified as a Class III roadway. A flexible pavement structure suitable for the project was established, and proper signage and drainage systems were designed for the road section. Furthermore, the total estimated cost amounted to USD 434,571.32, with a construction schedule of 115 working days. Ultimately, the project achieved the design of a safe and sustainable roadway, providing connectivity between the Formula 4 racetrack, the main road to Zaruma, and other parishes within the Piñas canton.

Keywords: Design, access road, pavement, safety.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VIII
Simbología	IX
Índice de figuras	X
Índice de tablas.....	XII
Índice de planos.....	XVI
Capítulo 1	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del Problema	1
1.3 Justificación del Problema.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
Capítulo 2	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1 Revisión de literatura	5
2.1.1 Vía	5

2.1.2	Carretera	5
2.1.3	Vía de acceso.....	6
2.1.4	Pavimento.....	7
2.1.5	Pavimentos flexibles	7
2.1.6	Estructura de un pavimento flexible.....	8
2.1.7	Diseño vial.....	9
2.1.8	TPDA	10
2.1.9	TPDA en carreteras no existentes	10
2.2	Área de estudio.....	12
2.3	Trabajo de campo y laboratorio.....	15
2.3.1	<i>Topografía</i>	15
2.3.2	<i>Estudio de Transito</i>	16
2.3.3	Encuesta de aceptación.....	19
2.3.4	<i>Estudio de Suelo</i>	22
2.3.5	Trabajo de Laboratorio.....	27
2.4	Análisis de datos.....	58
2.4.1	Trafico Futuro	58
2.4.2	Estudio de suelos	59
2.5	Análisis de alternativas	62
2.5.1	Alternativa 1. Utilización de pavimento rígido	62
2.5.2	Alternativa 2. Utilización de pavimento flexible	63

2.5.3	Criterios de evaluación para el análisis de alternativas	63
Capítulo 3		66
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	67
3.1	Diseños	67
3.1.1	Velocidad de Diseño	67
3.1.2	Diseño Horizontal de la vía	67
3.1.3	Diseño Vertical de la Vía	73
3.1.4	Diseño de Pavimento Flexible.....	79
3.1.5	Señalización Vial.....	89
3.1.6	Movimiento de tierra	102
3.1.7	Diseño de drenaje superficial	103
3.1.8	Diseño de alcantarilla	110
Capítulo 4		113
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	114
4.1	Descripción del proyecto	114
4.2	Línea base ambiental.....	114
4.2.1	Condiciones físicas.....	114
4.2.2	Condiciones climáticas.....	115
4.2.3	Condiciones socioeconómicas.....	116
4.3	Actividades del proyecto	117
4.4	Identificación de impactos ambientales	118

4.5	Valoración de impactos ambientales.....	122
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	128
Capítulo 5		130
5.	PRESUPUESTO	131
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo.....	131
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios	133
5.3	Especificaciones Técnicas.....	136
5.3.1	Obras preliminares	136
5.3.2	Movimiento de tierra.....	139
5.3.3	Pavimentación	148
5.3.4	Señalización	158
5.4	Cantidades de obra.....	188
5.4.1	Trazado y Replanteo.....	188
5.4.2	Desbroce y Limpieza.....	190
5.5	Movimiento de tierra.....	191
5.5.1	Corte y relleno.....	191
5.5.2	Drenaje y alcantarilla.	192
5.5.3	Reconformación del terraplén.	192
5.5.4	Compactación del suelo.	193
5.6	Pavimentación.....	193
5.6.1	Capa de rodadura de mezcla asfáltica de espesor de 7.5cm	193

5.6.2	Imprimación asfáltica, equipo distribuidor de asfalto, escoba mecánica.	194
5.6.3	Base de espesor de 10cm.....	194
5.6.4	Sub base de espesor de 25cm	194
5.6.5	Transporte de base y subbase	195
5.6.6	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintada de la vía 15 cm amarilla)	197
5.6.7	Demarcadores o Tachas reflectantes	197
5.6.8	Señales verticales	198
5.7	Valoración integral del costo del proyecto	200
5.7.1	Valoración por metro cuadrado	200
5.7.2	Duración del proyecto	200
5.8	Cronograma de obra	201
5.8.1	Diagrama de Gantt	201
p	201	
Capítulo 6		206
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	207
6.1	Conclusiones.....	207
6.2	Recomendaciones.....	209
Referencias		210
PLANOS Y ANEXOS		214

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
RAE	Real Academia Española
FHWA	Federal Highway Administration
MITMA	Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
ESAL	Equivalent Single Axle Load
TPDA	Tráfico Promedio Diario Anual
CAPI	Club Automovilístico de Piñas
CBR	California Bearing Ratio

Simbología

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
m	Metro
kg	Kilogramo
Mpa	Mega Pascales
Km	Kilometro
ml	Metros lineales
kml	Kilometros lineales

Índice de figuras

<i>Figura 1 Capas de un pavimento flexible.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 Disposición del área de estudio.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3 Formulario de preguntas realizadas en la encuesta de interes.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4 Valores recomendados de diseño para carreteras.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5 Muestra de la calicata 1 medida a 1 metro de profundidad</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 Muestra de la calicata 1 medida a 1.8 metros</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7 Profundidad de excavación de la calicata 2.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8 Profundidad de excavación de la calicata 3.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9 Muestra de la calicata 4 medida a 1 metro de profundidad</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10 Muestra de la calicata 4 medida a 1.8 metros</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11 Curva Granulométrica de la calicata 1 a 1m.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12 Curva Granulométrica de la calicata 1 a 1.8m.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 13 Curva Granulométrica de la calicata 2.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14 Curva Granulométrica de la calicata 3.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 15 Curva Granulométrica de la calicata 4 a 1m.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 16 Curva Granulométrica de la calicata 4 a 1.8m.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 17 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1m.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 18 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1.8m.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 19 Límite Líquido de la Calicata 2.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 20 Límite Líquido de la Calicata 3.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 21 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1m.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 22 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1.8m.....</i>	<i>40</i>

<i>Figura 23 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 1.</i>	46
<i>Figura 24 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 2.</i>	47
<i>Figura 25 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 3.</i>	48
<i>Figura 26 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 4.</i>	50
<i>Figura 27 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 1.</i>	52
<i>Figura 28 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 2.</i>	54
<i>Figura 29 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 3.</i>	56
<i>Figura 30 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 4.</i>	57
<i>Figura 31 Valores recomendados para el diseño de carreteras clase III</i>	59
<i>Figura 32. Detalles del diseño de las capas de la estructura del pavimento para un CBR de 5%.</i>	86
<i>Figura 33. Verificación de las capas del pavimento a diseñar para un CBR de 5%.</i>	87
<i>Figura 34. Número estructural y espesores del pavimento de diseño.</i>	88
<i>Figura 35. Subrasante y capas del pavimento de diseño para el tramo dos carriles.</i>	88
<i>Figura 36. Subrasante y capas del pavimento de diseño para los tramos de un solo carril.</i>	89
<i>Figura 37. Líneas continuas. Fuente: (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013).</i>	90
<i>Figura 38. Línea de separación de bordes (color amarillo).</i>	91
<i>Figura 39. Doble línea mista y segmentada.</i>	92
<i>Figura 40. Doble línea mista y segmentada.</i>	93
<i>Figura 41. Serie de movimiento y dirección izquierda o derecha.</i>	94
<i>Figura 42. Señales de control de movimiento de carril.</i>	95
<i>Figura 43. Señales para Curva cerrada.</i>	96
<i>Figura 44. Señales para Curva abierta.</i>	96

<i>Figura 45. Señales para Curva sinuosa.</i>	97
<i>Figura 46. Señal zona de escuela.</i>	98
<i>Figura 47. Señal descenso pronunciado.</i>	99
<i>Figura 48. Señales de cambio de alineamiento horizontal.</i>	100
<i>Figura 49. Señal de PARE.</i>	101
<i>Figura 50. Diseño de cuneta.</i>	107
<i>Figura 51. Dimensione para diseño de cuneta.</i>	109
<i>Figura 52. Diagrama de presupuesto en categorías por rubro.</i>	132
<i>Figura 53. Subrasante y capas del pavimento de diseño para el tramo de un carril.</i>	188
<i>Figura 54. Subrasante y capas del pavimento de diseño para los tramos de dos carriles.</i>	188
<i>Figura 55. Camino de piedra lastre existente.</i>	191
<i>Figura 56. Longitud de carretera.</i>	196
<i>Figura 57. Líneas continuas. Fuente: (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013).</i>	197

Índice de tablas

<i>Tabla 1 TPDA Vehicular.</i>	10
<i>Tabla 2 Polígono referencial a la zona del proyecto ubicado en el cantón Piñas, provincia de El Oro.</i>	12
<i>Tabla 3 Datos de aforo vehicular.</i>	16
<i>Tabla 4 Factor de Ajuste Mensual del año 2023.</i>	17
<i>Tabla 5 Factor de ajuste diario.</i>	18
<i>Tabla 6 Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado.</i>	18

<i>Tabla 7 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 1 a 1m.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 8 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 1 a 1.8m.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 9 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 2.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 10 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 3.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 11 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 4 a 1m.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 12 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 4 a 1.8m.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 13 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1m.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 14 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1.8m.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 15 Límite Líquido de la Calicata 2.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 16 Límite Líquido de la Calicata 3.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 17 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1m.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 18 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1.8m.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 19 Límite Plástico de la Calicata 1 a 1m.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 20 Límite Plástico de la Calicata 1 a 1.8m.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 21 Límite Plástico de la Calicata 2.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 22 Límite Plástico de la Calicata 3.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 23 Límite Plástico de la Calicata 4 a 1m.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 24 Límite Plástico de la Calicata 4 a 1.8m.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 25 Índice de Plasticidad de cada calicata.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 26 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 1.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 27 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 2.....</i>	<i>46</i>
Tabla 28 <i>Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 3.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 29 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 4.....</i>	<i>49</i>

<i>Tabla 30 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 1.</i>	51
<i>Tabla 31 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 1.</i>	52
<i>Tabla 32 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 2.</i>	53
<i>Tabla 33 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 2.</i>	54
<i>Tabla 34 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 3.</i>	54
<i>Tabla 35 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 3.</i>	55
<i>Tabla 36 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 4.</i>	56
<i>Tabla 37 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 4.</i>	57
<i>Tabla 38 Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado.</i>	58
<i>Tabla 39. Resumen de los valores obtenidos en los ensayos Proctor y CBR.</i>	61
<i>Tabla 40. Evaluación de alternativas de diseño.</i>	64
<i>Tabla 41 Velocidades de Diseño.</i>	67
<i>Tabla 42 Elementos de la curva para cada punto de intersección en el tramo de la vía de entrada.</i>	70
<i>Tabla 43 Elementos de la curva para cada punto de intersección en el tramo de la vía de salida.</i>	70
<i>Tabla 44 Distancias de visibilidad para Gradiente %.</i>	72
<i>Tabla 45 Datos para el cálculo de la curva vertical del PIV 2.</i>	75
<i>Tabla 46 Libreta de replanteo de curvas de PIV2 para el diseño vertical.</i>	75
<i>Tabla 47 Anchos recomendables y absolutos para calzadas.</i>	76

<i>Tabla 48 Ancho de espaldones para el diseño de carreteras.</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 49. Cuadro de consideraciones al aplicar taludes en construcciones.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 50. Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 51. Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo.</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 52. Factor direccional y factor carril.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 53. Nivel de confiabilidad para una carretera.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 54. Desviación estándar para el diseño de pavimentos.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 55. Parámetros de Serviciabilidad.</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 56. Parámetros para diseño de señaléticas de movimiento y dirección izquierda o derecha.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 57. Parámetros para diseño de señaléticas de control de movimientos obligatorios de carril.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 58. Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva cerrada.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 59. Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva abierta.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 60. Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva sinuosa.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 61. Parámetros para diseño de señaléticas de descenso pronunciado.</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 62. Parámetros para diseño de señaléticas de cambio de alineamiento Horizontal.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 63. Parámetros para diseño señal de PARE.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 64. Dimensiones mínimas de cuneta según la precipitación de la zona.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 65. Coeficientes de Rugosidad de Manning según el Material.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 66. Valores Calculados de Tirante.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 67 Rango de temperaturas en el cantón Piñas.</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 68 Actividades susceptibles a factores ambientales.</i>	<i>117</i>

<i>Tabla 69 Lista de revisión de impactos ambientales.</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 70 Impactos que genera cada actividad del proyecto.</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 71 Escala de valoración cualitativa.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 72 Valoración del impacto ambiental.</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 73 Calificaciones de la escala de valoración cualitativa.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 74 Calificación del impacto ambiental.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 75. Cuantificación de rubros.</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 76. Areas de Tradazo y replanteo.</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 77. Áreas de Desbroce y Limpieza.</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 78. Areas de Reconformación del terraplen.</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 79. Areas de Compactación del suelo.</i>	<i>193</i>
Tabla 80. <i>Areas de Imprimación asfáltica.</i>	<i>194</i>
Tabla 81. <i>Presupuesto de proyecto y rendimientos.</i>	<i>203</i>

Índice de planos

Plano 1 Plano topográfico de la zona de estudio.

Plano 2 Diseño horizontal y vertical del tramo de entrada

plano 3 Diseño horizontal y vertical del tramo de salida

Plano 4 Secciones transversales de la carretera de acceso

Plano 5 Diseño de señalización de la carretera de acceso

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En los últimos años, el automovilismo ha experimentado un notable crecimiento como actividad deportiva, técnica y económica, especialmente en países en desarrollo que buscan diversificar su infraestructura deportiva y turística. Desde el punto de vista económico, una adecuada infraestructura vial contribuye a la generación de ingresos mediante la activación del comercio local, la creación de empleos directos e indirectos, y el aumento de la recaudación fiscal por concepto de actividades asociadas a los eventos automovilísticos. Además, permite atraer inversiones privadas en sectores como hoteles, restaurantes, estaciones de servicio y centros recreativos. Este efecto multiplicador ha sido evidenciado en localidades donde la llegada de eventos deportivos genera un notable aumento en la dinámica económica.

La mejora de la forma de vida estimula el desarrollo habitacional en las cercanías del proyecto, ya que nuevas familias y trabajadores migran a lugares de trabajo que tengan mejor infraestructura y mayor actividad económica. Este fenómeno exige un enfoque técnico que garantice que la carretera no solo cumpla con su función principal de acceso a la pista, sino que también esté preparada para integrarse a un entorno urbano en expansión.

1.2 Descripción del Problema

La creación de una pista automovilística ubicada en las afueras del cantón Piñas, provincia de El Oro, representa un espacio clave para la realización de eventos deportivos en la región. No obstante, la falta de un acceso seguro, eficiente y adecuado a la zona de dicha pista representa una problemática para los usuarios e interesados en este tipo de deportes.

Esta problemática se debe principalmente a la ausencia de una vía de acceso adaptada a las condiciones topográficas del terreno, así como las carencias de estudios técnicos que sustenten un diseño acorde a las normas usadas en el Ecuador como la AASHTO y el MTOP.

Como resultado se generan dificultades para los usuarios y organizadores de estas actividades limitando el potencial deportivo, turístico y económico de la pista.

La falta de acceso afecta a la movilidad de los vehículos que utilizan la pista y a su vez representan un riesgo en términos de seguridad vial y sostenibilidad ambiental. Asimismo, impide la integración de esta infraestructura con el entorno urbano y limita las posibilidades del desarrollo para la comunidad del cantón Piñas.

1.3 Justificación del Problema

La provincia de El Oro enfrenta una importante limitación en cuanto a estructuras adecuadas para el desarrollo del automovilismo, lo que restringe el crecimiento de esta disciplina deportiva y reduce su capacidad de atraer eventos de alto nivel. Por lo tanto, la construcción de una pista de Fórmula 4 junto con una vía de acceso a dicha pista en el sector de Calera representa una valiosa oportunidad para dinamizar la economía local y fomentar el turismo deportivo, dinamizando la participación del cantón piñas en este tipo de actividades deportivas.

No obstante, la disposición del terreno y rutas de acceso presentan deficiencias críticas en términos de accesibilidad, debido a la inexistencia de una vía adecuada y de las obras complementarias necesarias para garantizar su operatividad. Esta carencia no solo compromete la ejecución del proyecto, sino también la adecuada integración con el entorno urbano y rural adyacente, limitando su impacto positivo.

El desarrollo de esta infraestructura deportiva, junto con un acceso vial correctamente diseñado, constituye un elemento fundamental dentro de una planificación integral. Ignorar este componente podría derivar en una obra ineficiente, con limitaciones técnicas que afecten su sostenibilidad operativa y disminuyan su contribución al desarrollo regional.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una carretera de L=6.00 km con pavimento flexible, incluyendo drenaje y señalización, adaptándose con la topografía de la zona y normas de seguridad proporcionadas por la AASHTO y la MTOP para la mejora del acceso a la pista automovilística del cantón Piñas

1.4.2 Objetivos específicos

1. Recopilar información topográfica y de suelo a través de inspecciones y calicatas in situ para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
2. Plantear un diseño geométrico vertical y horizontal conforme a la normativa ASSHTO y MTOP, satisfaciendo los requerimientos técnicos de la zona y necesidades del cliente.
3. Elaborar los planos, especificaciones técnicas y presupuesto alineados con los ODS, mejorando el acceso a la pista automovilística de manera eficiente y sostenible.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Vía

Según la Real Academia Española (2023) una vía se define como un camino por donde se transita, ya sea una calle, carretera, camino rural o cualquier paso habilitado para el transporte o desplazamiento. Estas estructuras son diseñadas para la movilidad en zonas urbanas y rurales con el fin de facilitar el desplazamiento de las personas en su entorno y actividades diarias. Las vías a su vez son consideradas como uno de los cinco elementos fundamentales que estructuran el concepto de ciudad y pueden presentarse como calles, avenidas, ferrocarriles, etc., con el fin de reflejar un medio por el que las personas se mueven (Lynch, 1960).

La Norma Técnica Colombiana (2011) indica que las vías son consideradas una franja de terreno construida con especificaciones técnicas que garantizan su funcionalidad, seguridad y durabilidad bajo condiciones de tráfico y clima definidos. Por lo que podemos concluir que, las vías son sistemas cuyo diseño geométrico, estructura de pavimento y señalización están destinados al tránsito seguro y eficiente de vehículos y peatones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2018).

2.1.2 Carretera

Como menciona la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (2016, México) una carretera es una vía de comunicación terrestre diseñada principalmente para el tránsito vehicular, conectando diferentes puntos geográficos con el fin de facilitar el transporte de personas y mercancías.

Según el Manual de Diseño de carreteras (2016, México) al referirse a carreteras es importante considerar que estas cumplan con el número máximo de vehículos que se espera circulen por ella según las condiciones establecidas en el diseño. Por lo cual, es correcto indicar que una carretera según el volumen de tránsito que manejan puede clasificarse como primarias, secundarios o terciarias (Instituto mexicano del transporte, 2014). A su vez estas carreteras deben contar con dispositivos de control y señalización adecuados, como barreras de protección, señalización horizontal y vertical, así como la iluminación adecuada según la zona en la que se encuentre (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).

2.1.3 Vía de acceso

Como se menciona en la AASHTO (2018) se considera una vía de acceso a aquella infraestructura diseñada para conectar áreas específicas (como urbanizaciones y complejos industriales) con una red vial principal, facilitando el flujo vehicular y peatonal. Considerar el diseño de este tipo de vías se vuelve fundamental en cualquier planificación urbana ya que sirve como conexión entre los distintos sistemas de transporte urbano y el desarrollo regional.

Es importante mencionar que diariamente las personas circulan por distintas vías de acceso independientemente de la actividad que realicen, y debido a su alta importancia funcional las vías de acceso se sitúan en la base de la jerarquía vial como conexiones entre propiedades individuales, calles colectoras o arteriales, con menor volumen de tráfico (Rodrigue et al., 2020).

Por lo que podemos concluir que las vías de acceso garantizan una circulación fluida, segura y eficiente de personas y vehículos, tanto en contextos urbanos y rurales, garantizando así el correcto desarrollo urbano y la integración social y económica de los distintos sectores que se vean involucrados es la planificación vial.

2.1.4 Pavimento

De acuerdo con la AASHTO (2018) el pavimento es una estructura multicapa diseñada para soportar cargas vehiculares y distribuir esfuerzos hacia la subrasante, compuesto por capas de base, subbase y capa de rodadura. Los materiales que se pueden utilizar en cada capa de pavimento dependerán de la localidad del proyecto, disponibilidad de materiales, propiedades del suelo y ubicación de canteras alrededor de la zona de trabajo. Esta variabilidad de materiales afecta en principal medida al espesor que deberá componer cada capa de pavimento ya que esto se ve influenciado directamente por la capacidad de carga del material y conlleva a la necesidad de realizar un Análisis de Volumen de Tráfico o por sus siglas en inglés ESAL, con el fin de determinar la carga axial equivalente que deberá soportar dicho pavimento en el transcurso del tiempo de vida útil.

Los pavimentos pueden dividirse en dos tipos, pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, en los dos casos las capas de base y subbase pueden estar conformadas por materiales con iguales o similares capacidades de carga, la diferencia radica en el tipo de capa de rodadura, ya que para el caso de los pavimentos rígidos esta capa se compone de una mezcla de cemento, agua y agregados; por el contrario en los pavimentos flexibles su capa de rodadura se compone por una mezcla de material pétreo y piedra.

Por lo que podemos concluir que, la función principal del pavimento es proporcionar una superficie de rodadura adecuada, uniforme y resistente, minimizando deformaciones bajo un número de tráfico establecido en el diseño vial (MITMA, 2021, España).

2.1.5 Pavimentos flexibles

Como indican Mamlouk & Zaniewski (2017) el pavimento flexible es una estructura compuesta por varias capas de materiales granulares y una capa superficial asfáltica, diseñada para distribuir cargas vehiculares hacia la subrasante, dichas capas trabajan en conjunto bajo

deformaciones de tipo elástico. Los pavimentos flexibles son usados en vías que no necesitan soportar grandes cantidades de cargas en prolongados periodos de tiempo, ya que, a diferencia del pavimento rígido el pavimento flexible distribuye las cargas hacia debajo de forma progresiva y dispersa afectando principalmente a las capas inferiores (Yoder & Witczak, 1975, Estados Unidos).

Debido a su estructura los pavimentos flexibles requieren de un mayor número de mantenimientos a lo largo de su vida útil, ya que se deben considerar aspectos como el envejecimiento del asfalto, la fatiga del material, temperatura y el cambio en las condiciones climáticas. El uso de pavimentos flexibles sigue siendo una alternativa altamente aceptada considerando que con un diseño adecuado y mantenimiento preventivo puede ser altamente duradero (Transport Canada, 2011), además de representar menores costos de fabricación y colocación en obra.

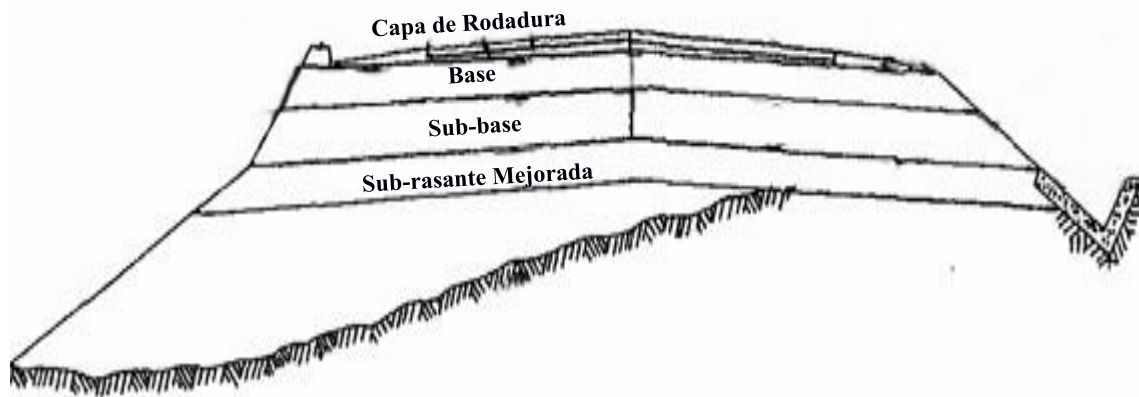
2.1.6 Estructura de un pavimento flexible

La parte superior de un pavimento flexible se compone de una mezcla bituminosa en su capa superior o carpeta de rodadura, lo que resulta en una estructura con mayor adaptabilidad a las deformaciones del terreno (Yoder & Witczak, 1975). Su estructura se compone de cuatro capas principales: capa de rodadura, compuesta por una mezcla asfáltica densa resistente e impermeable (MITMA, 2021, España); la capa de base está formada por agregados en su mayoría gruesos o de medio tamaño; la capa de subbase que está compuesta por grava o suelos estabilizadores con alta capacidad de soporte y drenaje, y por último, la capa subrasante que consiste en terreno natural o suelo de mayor calidad compactado a espesores de 20 cm (esto debido a la capacidad de compactación de las maquinarias).

En su mayoría estas estructuras se componen también de sistemas de drenaje ya sea con el uso de tuberías o nuevas alternativas como geotextiles evitando la saturación de las capas

(Austroads, 2022) y garantizando así que los efectos del agua no deterioren el pavimento y reduzcan su tiempo de vida útil.

Figura 1 Capas de un pavimento flexible.



Nota: Capas de un pavimento flexible (Alfonso Montejo Fonseca, 2001.).

2.1.7 Diseño vial

El diseño vial se basa en el trazado geométrico de una carretera, considerando los aspectos técnicos, funcionales, ambientales y de seguridad con el objetivo de garantizar la funcionabilidad y tiempo de vida útil especificados en la planeación y diseño (García-Palomares et al., 2012). En el diseño vial es importante definir las características geométricas verticales y horizontales, radios de giro, velocidad de diseño y circulación, peraltes, visibilidad, señalización y drenaje.

El diseño debe incluir drenajes sostenibles (SuDS) y mitigación de impacto ambiental, alineándose con guías como las de la FHWA (FHWA, 2020), además de ser capaz de adaptarse a una movilidad inteligente que implemente métodos de transporte no motorizados, infraestructura verde y sistemas de control de tráfico que reduzcan emisiones y tiempo de viaje (Meyer & Miller, 2013). Por lo que se puede indicar que un diseño vial debe cumplir con

aspectos técnicos, estratégicos y de confort a fin de que contribuya de manera positiva al desarrollo de ciudades y bienestar social.

2.1.8 TPDA

El tráfico promedio diario anual, indica el número de vehículos que transitan por una vía las 24 horas del día durante los 365 días del año, este registro se realiza a través de un método de conteo ya sea manual o mecánico.

Tabla 1 TPDA Vehicular.

Clase de carretera	Trafico Proyectado TPDA
R-I-O-R-II	Mas de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Nota. MTOP Departamento de Factibilidad, 2015

2.1.9 TPDA en carreteras no existentes

Cuando no existe una carretera el TPDA se debe predecir según la demanda de tránsito futura que tendrá la zona cercana a la carretera, en este análisis se consideran factores como el aumento poblacional, el desarrollo económico y las actividades que se realicen a los alrededores. Para ellos se usan:

TPDA en vías cercanas ya construidas: Se realiza el conteo de los vehículos que circulan por la(s) carretera(s) cercanas a la carretera a construir.

Encuestas de interés: Se realizan encuestas en puntos clave para estimar patrones de movilidad e interés, con el fin de obtener un TPDA cercano a los valores en el tiempo proyectado.

2.2 Área de estudio

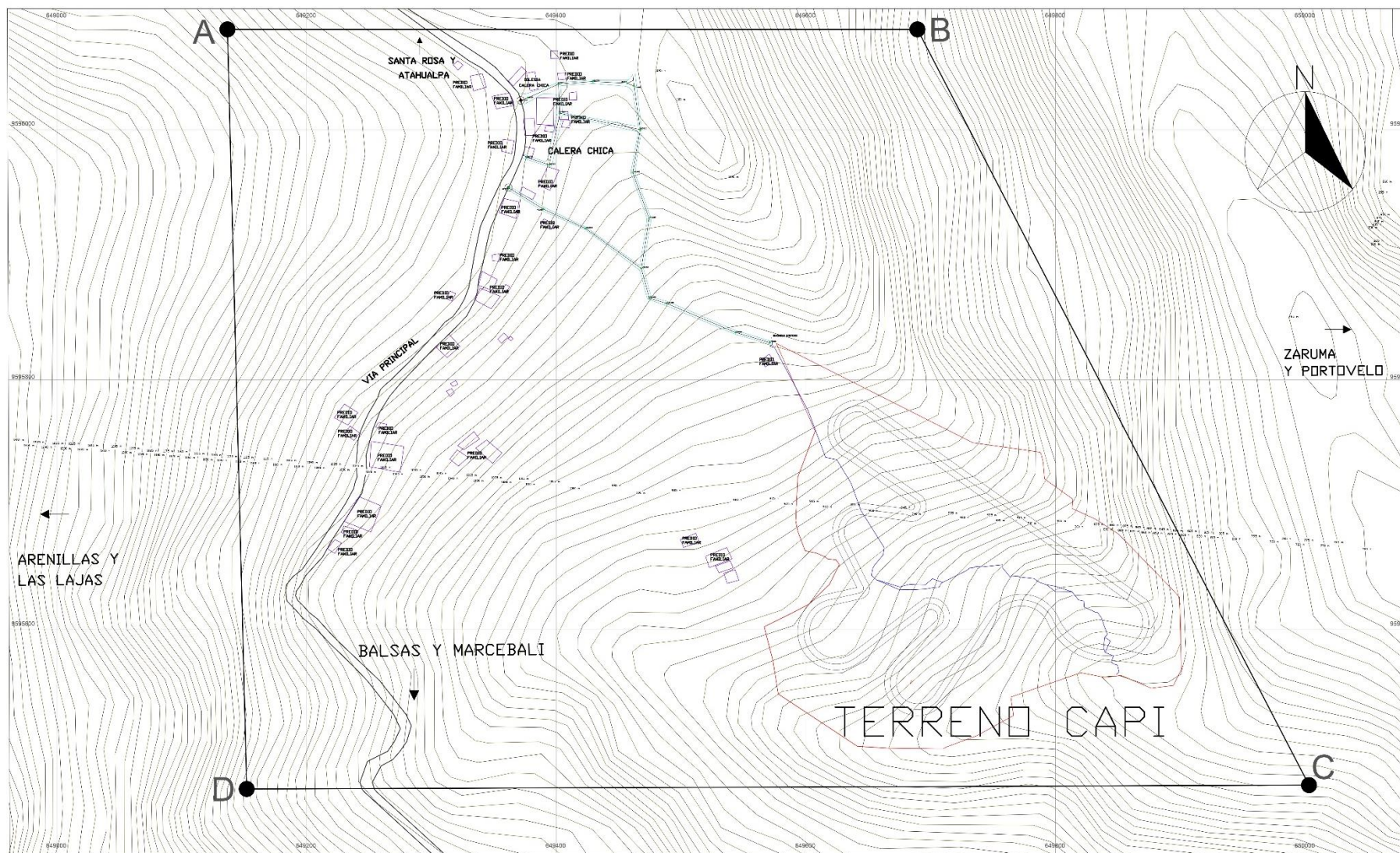
El siguiente proyecto enfocado en el área vial se encuentra ubicado en el cantón Piñas, provincia de El Oro, región suroeste del Ecuador. El tramo vial desde la carretera principal del cantón piñas hasta la entrada a la pista automovilística de fórmula 4 corresponde de aproximadamente 6.0 km de longitud. Las coordenadas que abarcan la zona de calera Chica y Calera Grande y el terreno de construcción adquirido por el Club Automovilístico de Piñas (CAPI) se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 *Polígono referencial a la zona del proyecto ubicado en el cantón Piñas, provincia de El Oro.*

PUNTOS	COORDENADAS X	COORDENADAS Y
A	649136,71	9596080,69
B	649689,41	9596080,69
C	650003.08	9595475.26
D	649152,12	9595472,17

Como podemos observar en la siguiente figura, ya existen dos caminos que no cumple con las debidas especificaciones que ofrece el MTOP y la NEVI. Aun así, el diseño busca aprovechar este camino ya trazado de manera provisional y adaptarlo a la disposición que ya presenta el terreno; esto con el fin de evitar la expropiación y molestias a los habitantes de la zona La Calera.

Figura 2 Disposición del área de estudio.



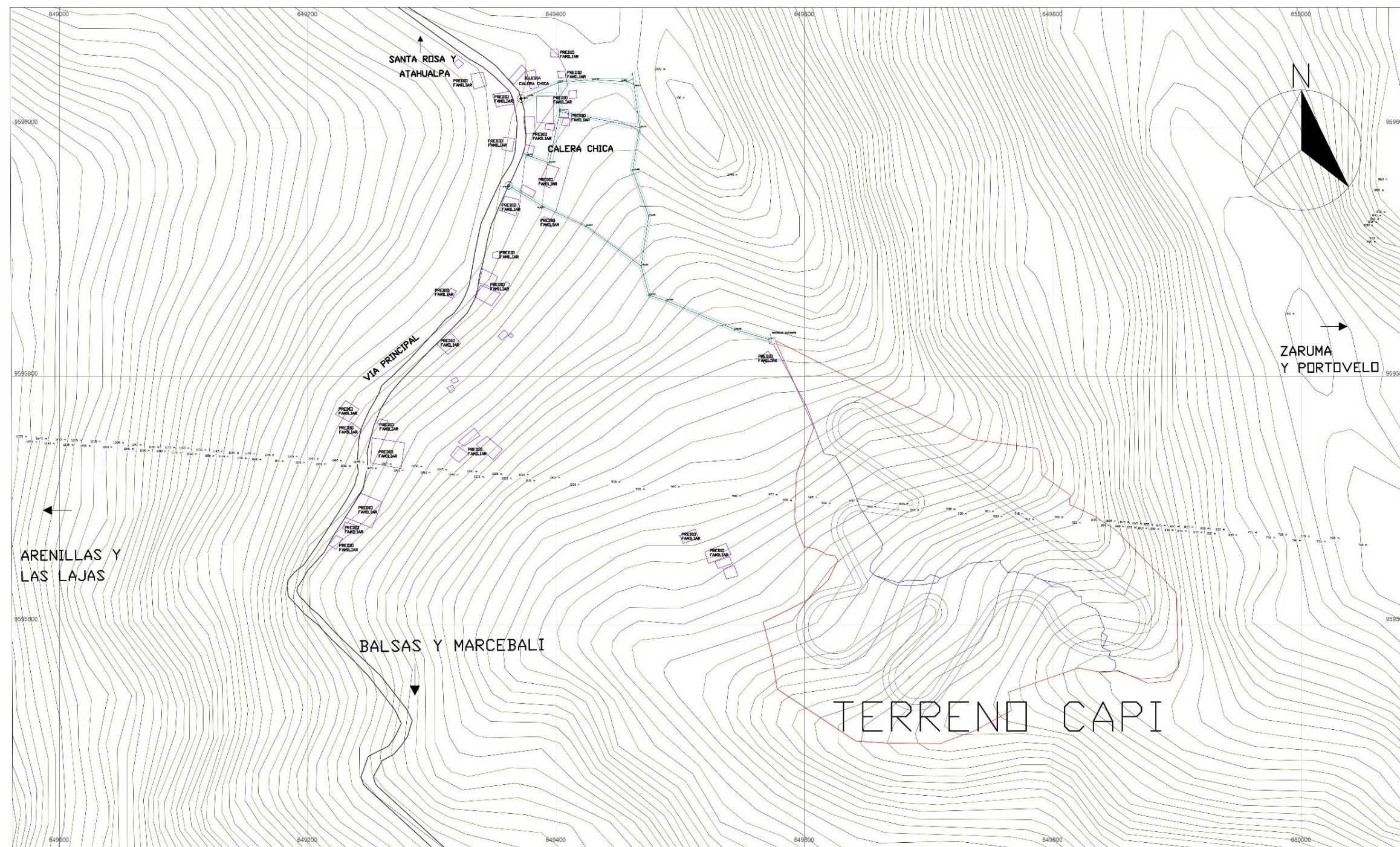
Al norte del cantón piñas se encuentran los cantones Santa Rosa y Atahualpa, al sur están ubicados los cantones Balsas y Marcabeli, al este se encuentran los cantones Zaruma y Portovelo y al Oeste se encuentran los cantones de Arenillas y Las Lajas, todos estos pertenecientes a la provincia de El Oro.

La carretera que se desea construir se encuentra al norte del pueblo Calera Chica, al sur del pueblo Calera Grande, al este del Río Calera y al Oeste de la cordillera de Chinchiles.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Topografía

Plano 1 Plano topográfico de la zona de estudio.



En la inspección visual pudimos determinar que el área de estudio presenta un terreno de tipo ondulado con elevaciones medianamente pronunciadas y presencia de nivel freático cercano a la zona del proyecto, además de la presencia de vegetación frondosa acompañada de zonas de cultivo y pastoreo usadas por los habitantes de La Calera.

Para el estudio topográfico se utilizó un dron para medir las elevaciones y construcciones que se encuentran en la zona del proyecto, dando como resultado curvas de nivel que van desde la vía que conecta los pueblos de La Calera, los predios que se encuentran en los linderos del camino lastrado por los que circulan los vehículos y el terreno comprado por el Club Automovilístico de Piñas.

2.3.2 Estudio de Transito

Para el cálculo del TPDA se realizó un aforo vehicular en la vía principal entre la zona de Calera Chica y Calera Grande en un periodo de 24 horas para cada sentido de la vía. En dicho conteo solo se tomaron en consideración autos, buses, camión C2, camión T3 y camiones T3-S3 de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3 Datos de aforo vehicular.

Días	Vehículos aforados	
Sábado	590	veh/día
Lunes	688	veh/día
Miércoles	688	veh/día
Total	655	veh/día

Con el dato de vehículos obtenidos en el aforo vehicular podemos calcular el TPDA, para lo cual:

$$TPD = \frac{\# \text{ Total de vehículos}}{\# \text{ de días de aforo}}$$

$$TPD = \frac{655}{3} = 218 \text{ vehiculos/día}$$

Para calcular el Trafico promedio diario promedio semanal se utiliza la siguiente formula:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{D_e}{m}$$

Donde:

Dn: Suma del tráfico de lunes a viernes

De: Suma del tráfico los fines de semana

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{688 + 688}{2} + \frac{2}{7} * \sum \frac{590}{1}$$

$$TPDS = 660 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla 4 Factor de Ajuste Mensual del a\u00f1o 2023.

Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953

Diciembre

0.878

Nota: MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Publicas

Así también es necesario considerar un factor de ajuste diario (Fd) que se calcula dividiendo el Tráfico Promedio diario Semanal y el número de vehículos aforados para un día de la semana en específico. La ecuación quedaría:

$$Fd = \frac{TP_{semanal\ promedio}}{TP_{día\ base}}$$

Tabla 5 Factor de ajuste diario.

Día de la semana	Total	Fd
Sábado	590	1,119
Lunes	688	0,959
Miércoles	688	0,959
Total	655	1,007

Considerando 20 años de servicio y una tasa de crecimiento del 3.5% obtenemos el siguiente TPDA proyectado:

Tabla 6 Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado.

Fecha	Día de la semana	Autos	Bus	Camión C2	Camión T3	Camión T3-S3	Total
21/6/2025	Sábado	476	31	51	19	12	590
23/6/2025	Lunes	555	36	60	22	15	688
25/6/2025	Miércoles	555	36	60	22	15	688
Total		1586	104	172	62	42	1966
TPD		529	35	57	21	14	655
TPDS		532	35	58	21	14	660
% TPDS		81	5	9	3	2	100
TPDA Actual		554	36	60	22	15	687
% TPDA Actual		81	5	9	3	2	100
TPDA Asignado		721	47	78	28	19	893
% TPDA Asignado		81	5	9	3	2	100
TPDA Proyectado		1103	72	119	43	29	1367

2.3.3 Encuesta de aceptación

Figura 3 Formulario de preguntas realizadas en la encuesta de interes.

1. ¿Usted vive en piñas?

- ☐ Si
☐ No

2. ¿Le gusta el deporte automovilístico?

- ☐ Si
☐ No

3. ¿Asistiría los fines de semana a las carreras que se realicen?

- ☐ Si
☐ No

4. ¿Qué días le gustaría asistir?

- ☐ Viernes
☐ Sabado
☐ Domingo

5. ¿Con cuantas personas asistiría a ver las carreras? (Vehículos en total)

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3

6. Con que frecuencia al mes asistiría a las competencias?

- ☐ 1 vez
☐ 2 veces
☐ 3 veces
☐ 4 veces

7. ¿Conoce a alguien mas que estaría interesado a asistir a estas actividades?

- ☐ Si
☐ No

8. ¿Alrededor de cuantas personas llegarían a interesarle estas actividades en vehículo?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

Tomando en cuenta que el aforo vehicular fue realizado en la carretera principal resulta necesario realizar una encuesta de aceptación a los vehículos que pasan por la carretera principal y a los habitantes de Calera Chica con el fin de evaluar el porcentaje de usuarios que circularan por la carretera de acceso en base a su nivel de interés.

Con el resultado de estas encuestas pudimos establecer un interés del 65% con respecto al número de encuestados y su participación activa en las actividades deportivas a las que da acceso nuestra carretera de diseño. Con esta consideración establecemos que el **TPDA proyectado final es de 889 vehículos por día.**

Figura 4 Valores recomendados de diseño para carreteras.



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

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

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M						
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁶⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁶⁾						
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁶⁾						
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25						
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110						
Peralte	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
Coefficiente “K” para: ⁽²⁾																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2						
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3						
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14						
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁵⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 – 44; HS – MOP; HS - 25																																		
	Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																		
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾	0,50 m mínimo a cada lado																																		
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

Nota: Tabla obtenida del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP.

2.3.4 Estudio de Suelo

En esta etapa se realizaron 3 calicatas recolectadas de la siguiente manera:

Calicata 1

- 2 muestras de suelo tomadas a 1 metro de profundidad y a un 1.80 metros de profundidad.

Figura 5 Muestra de la calicata 1 medida a 1 metro de profundidad



Figura 6 Muestra de la calicata 1 medida a 1.8 metros



Calicata 2

- 1 muestra de suelo tomada a 0.72 metros de profundidad (No se tomaron muestras a mayores profundidades debido a la presencia de material rocoso)

Figura 7 Profundidad de excavación de la calicata 2.



Calicata 3

- 1 muestra de suelo tomada a 0.62 metros de profundidad (No se tomaron muestras a mayores profundidades debido a la presencia de material rocoso)

Figura 8 Profundidad de excavación de la calicata 3.

***Calicata 4***

- 2 muestras de suelo tomadas a 1 metro de profundidad y a un 1.80 metros de profundidad.

Figura 9 Muestra de la calicata 4 medida a 1 metro de profundidad



Figura 10 Muestra de la calicata 4 medida a 1.8 metros



Conforme iba aumentando la profundidad de la excavación el color del material se iba oscureciendo, esto debido a las cercanías al nivel freático de la zona. Para la preparación inicial de la muestra fue necesario secarlas al sol por un tiempo aproximado de 24 horas, luego cuartearlas y separar la cantidad de muestra necesaria para cada ensayo.

2.3.5 Trabajo de Laboratorio

Con el material extraído en cada calicata se procederá a realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Granulometría
- Límites de atterberg
- Proctor modificado

- CBR

2.3.5.1 Granulometría

Este ensayo es utilizado para obtener la clasificación del suelo de cada calicata a distintas profundidades. Como primer paso es necesario secar las muestras en horno por un tiempo de 24 horas, luego de esto se dejan enfriar las muestras para proceder a lavarlas. Una vez lavadas las muestras se las deja secar al horno por 24 horas, transcurrido este tiempo se coloca la muestra en una tamizadora por un tiempo de 5 minutos usando los tamices #4, #10, #40 y #200. Al concluir el tiempo de tamizado se pesa el porcentaje retenido en cada uno de los tamices.

Tabla 7 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 1 a 1m.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
$\frac{3}{4}$ "	18,75	9,68	18,18	18,18	81,82
N°4	4,75	7,64	14,35	32,53	67,47
N°10	2,000	12,79	24,02	56,54	43,46
N°40	0,425	9,59	18,01	74,55	25,45
N°100	0,150	8,18	15,36	89,92	10,08
N°200	0,075	5	9,39	99,31	0,69
Fondo		0,37	0,69	100,00	0,00
Total		53,25	100,00		

Figura 11 Curva Granulométrica de la calicata 1 a 1m.

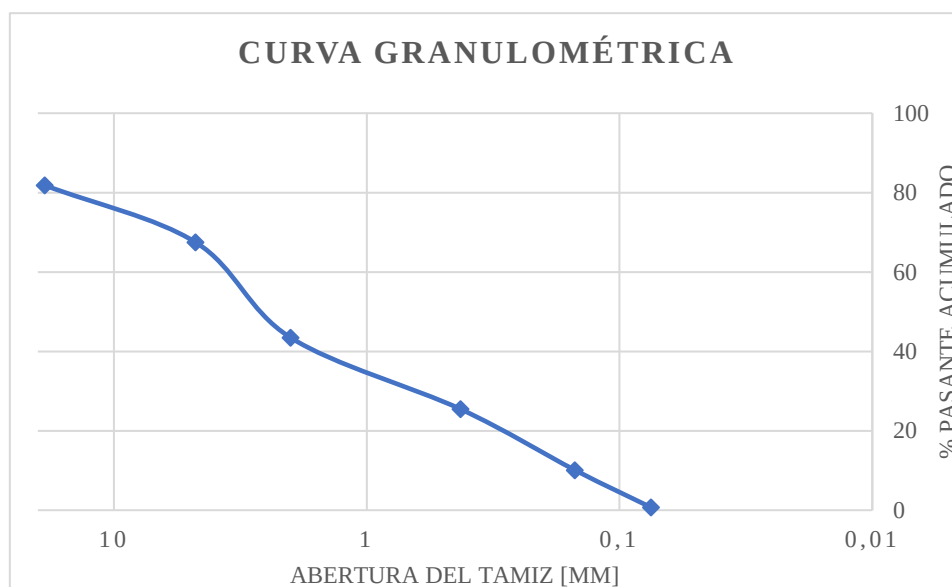
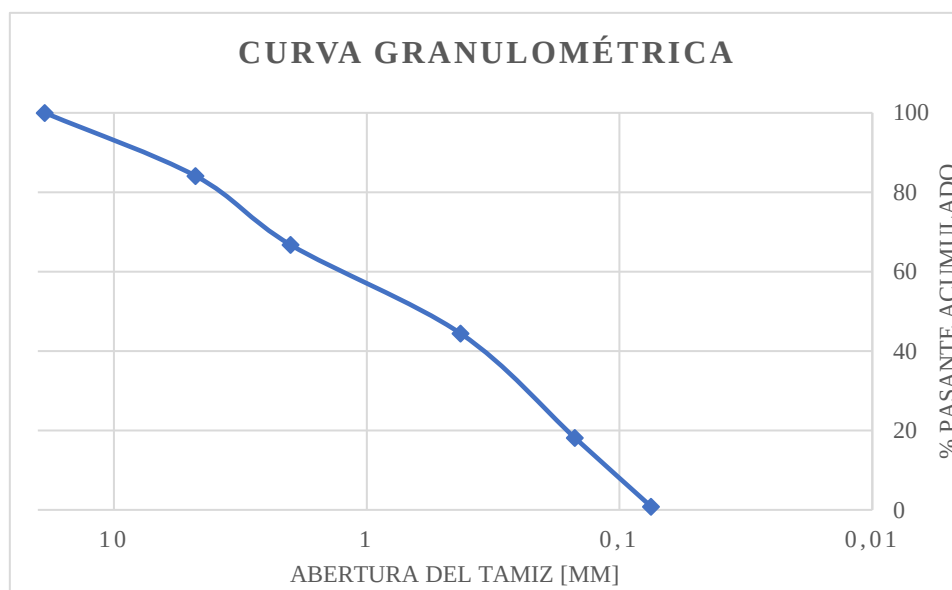


Tabla 8 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 1 a 1.8m.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
¾"	18,75	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	2,45	15,91	15,91	84,09
N°10	2,000	2,67	17,34	33,25	66,75
N°40	0,425	3,44	22,34	55,58	44,42
N°100	0,150	4,05	26,30	81,88	18,12
N°200	0,075	2,66	17,27	99,16	0,84
Fondo		0,13	0,84	100,00	0,00
Total		15,40	100,00		

Figura 12 Curva Granulométrica de la calicata 1 a 1.8m.**Tabla 9** Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 2.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
¾"	18,75	40,98	4,09	4,09	95,91
N°4	4.750	308,23	30,76	34,85	65,15
N°10	2.000	297,28	29,67	64,52	35,48
N°40	0,425	241,54	24,11	88,63	11,37
N°100	0,15	73,22	7,31	95,94	4,06
N°200	0,075	21,70	2,17	98,10	1,90
Fondo		19,01	1,90	100,00	0,00
Total		1001,96	100,00		

Figura 13 Curva Granulométrica de la calicata 2.

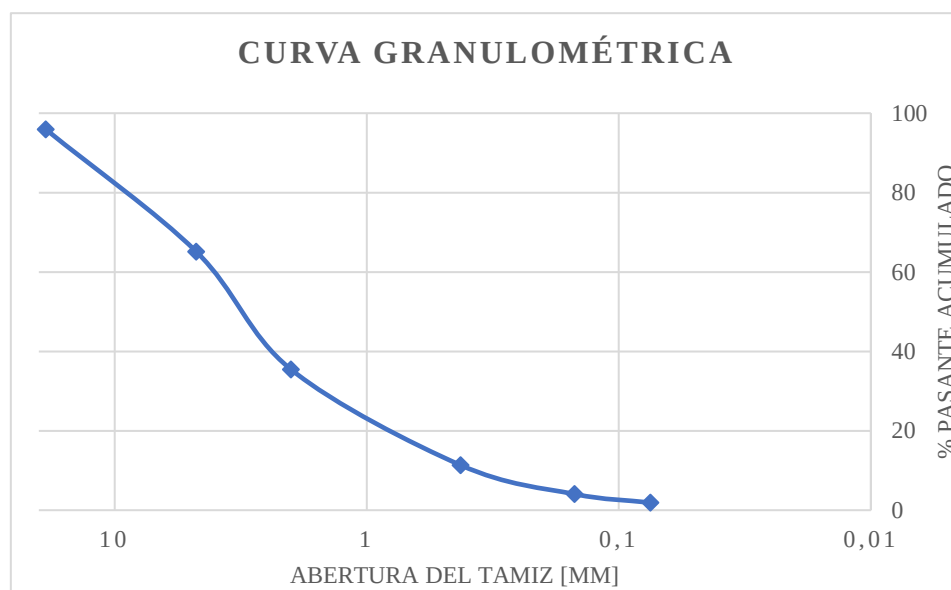
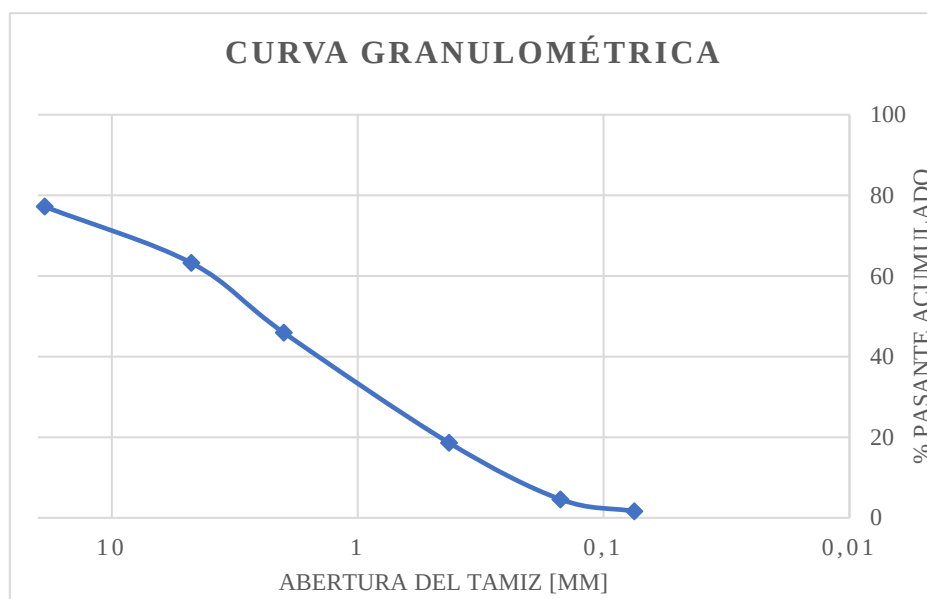


Tabla 10 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 3.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
¾"	18,75	227,89	22,79	22,79	77,21
N°4	4.750	139,77	13,98	36,77	63,23
N°10	2.000	172,76	17,28	54,05	45,95
N°40	0,425	273,48	27,35	81,41	18,59
N°100	0,15	139,89	13,99	95,40	4,60
N°200	0,075	29,73	2,97	98,37	1,63
Fondo		16,28	1,63	100,00	0,00
Total		999,80	100,00		

Figura 14 Curva Granulométrica de la calicata 3.**Tabla 11** Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 4 a 1m.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
¾"	18,75	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	230,4	25,61	25,61	74,39
N°10	2,000	297,86	33,11	58,72	41,28
N°40	0,425	263,14	29,25	87,98	12,02
N°100	0,150	63,05	7,01	94,99	5,01
N°200	0,075	19,71	2,19	97,18	2,82
Fondo		25,4	2,82	100,00	0,00
Total		899,56	100,00		

Figura 15 Curva Granulométrica de la calicata 4 a 1m.

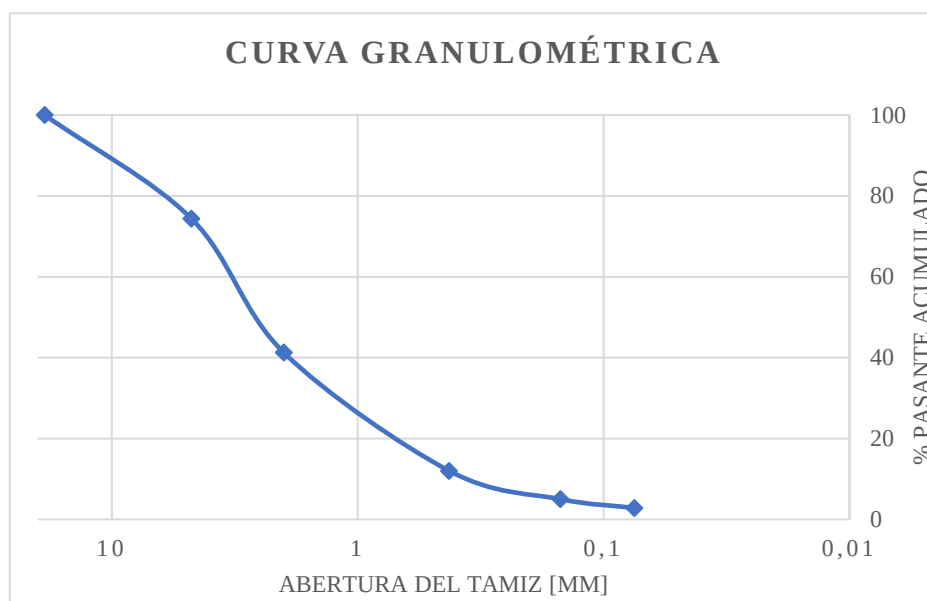
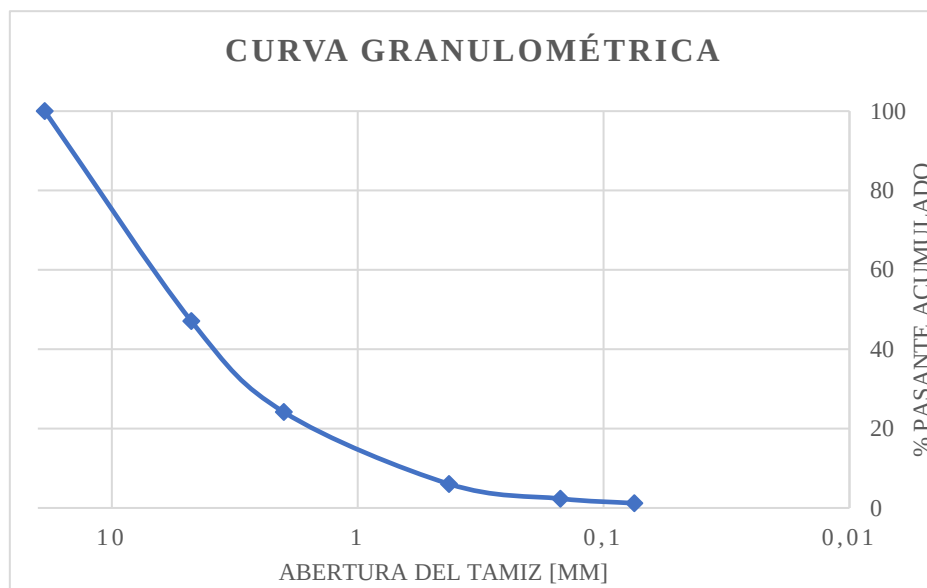


Tabla 12 Datos Granulometricos Obtenidos de la Calicata 4 a 1.8m.

Tamiz	Abertura	Masa retenida (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	%Pasante Acumulado
¾"	18,75	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	528,34	52,92	52,92	47,08
N°10	2,000	228,48	22,89	75,81	24,19
N°40	0,425	181,11	18,14	93,95	6,05
N°100	0,150	36,96	3,70	97,66	2,34
N°200	0,075	11,54	1,16	98,81	1,19
Fondo		11,87	1,19	100,00	0,00
Total		998,30	100,00		

Figura 16 Curva Granulométrica de la calicata 4 a 1.8m.



2.3.5.2 Límites de Atterberg

Este ensayo es utilizado para determinar el rango de humedad en la que el suelo se encuentra en estado plástico. Dentro de este ensayo se calcula el límite líquido y el límite plástico lo cual contribuye a la obtención del índice de plasticidad, con este parámetro es posible la clasificación del suelo según la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) y la clasificación AASHTO.

2.3.5.2.1 Límite Líquido

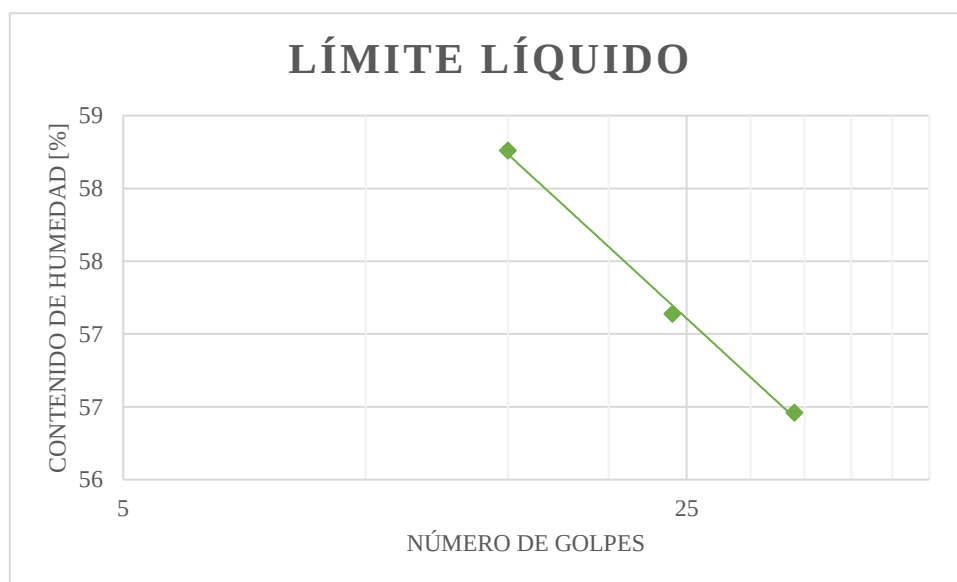
Para este ensayo se recolecta una muestra mayor a los 150 gramos de suelo pasante por el tamiz #40 y se debe añadir agua en porciones de 10 ml e ir mezclando la muestra hasta que el suelo tenga una consistencia suave y homogénea. Este proceso debe realizarse en distintos contenidos de humedad con el fin de obtener datos significativos de la muestra.

Tabla 13 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1m.

Límite Líquido [LL]			
N° de ensayo	1	2	3
N° de recipiente	6	4	71

Masa del recipiente	1	6,29	6,00	5,99
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	16,64	16,01	16,52
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	12,83	12,37	12,72
Masa del agua evaporada [gr]	4	3,81	3,64	3,80
Masa del suelo seco [gr]	5	6,54	6,37	6,73
Porcentaje de humedad [%]	6	58,26	57,14	56,46
Numero de golpes	7	15	24	34

Figura 17 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1m.



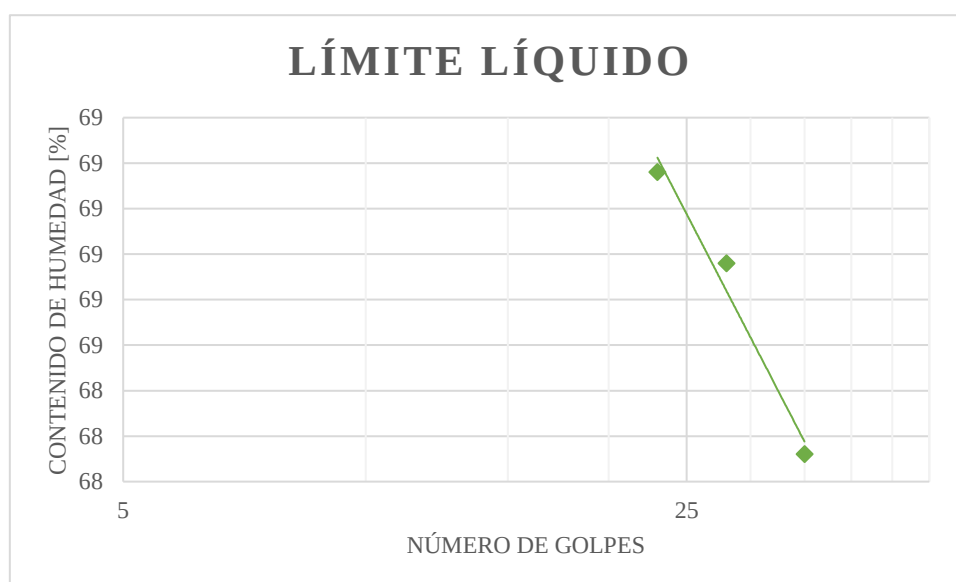
El límite líquido de la calicata 1 a 1m es igual a 57.29% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

Tabla 14 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1.8m.

Límite Líquido [LL]				
N° de ensayo	1	2	3	
N° de recipiente	20	50	30	
Masa del recipiente	1	6,30	5,87	6,54

Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	16,64	17,05	16,72
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	12,43	12,49	12,59
Masa del agua evaporada [gr]	4	4,21	4,56	4,13
Masa del suelo seco [gr]	5	6,13	6,62	6,05
Porcentaje de humedad [%]	6	68,88	68,68	68,26
Numero de golpes	7	23	28	35

Figura 18 Límite Líquido de la Calicata 1 a 1.8m.



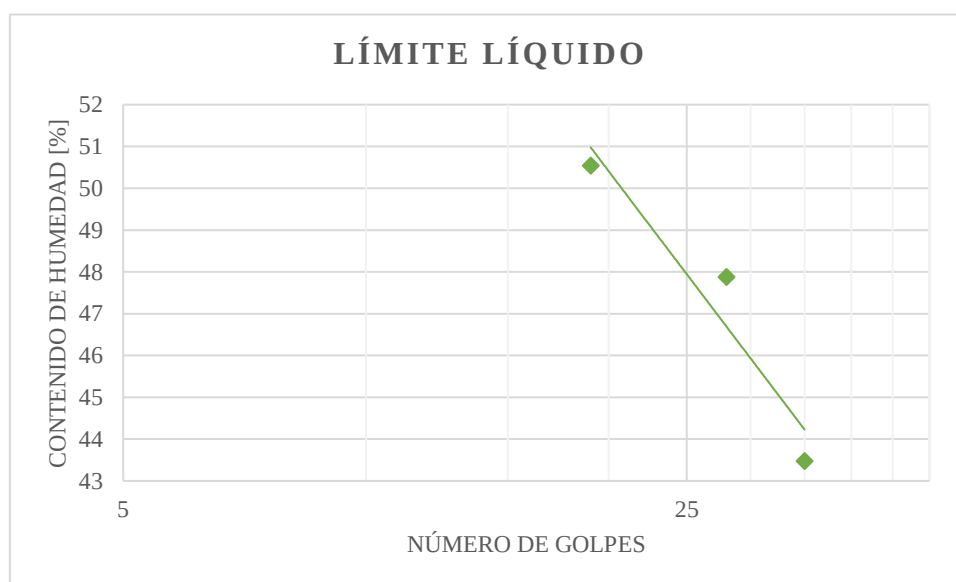
El límite líquido de la calicata 1 a 1.8m es igual a 68.61% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

Tabla 15 Límite Líquido de la Calicata 2.

Límite Líquido [LL]				
Nº de ensayo	1	2	3	
Nº de recipiente	121	67	26	
Masa del recipiente	1	6,16	6,18	6,17

Masa del suelo Húmedo + recipiente	2			
[gr]		15,07	17,33	17,22
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	12,37	13,72	13,51
Masa del agua evaporada [gr]	4	2,7	3,61	3,71
Masa del suelo seco [gr]	5	6,21	7,54	7,34
Porcentaje de humedad [%]	6	43,48	47,88	50,54
Numero de golpes	7	35	28	19

Figura 19 Límite Líquido de la Calicata 2.



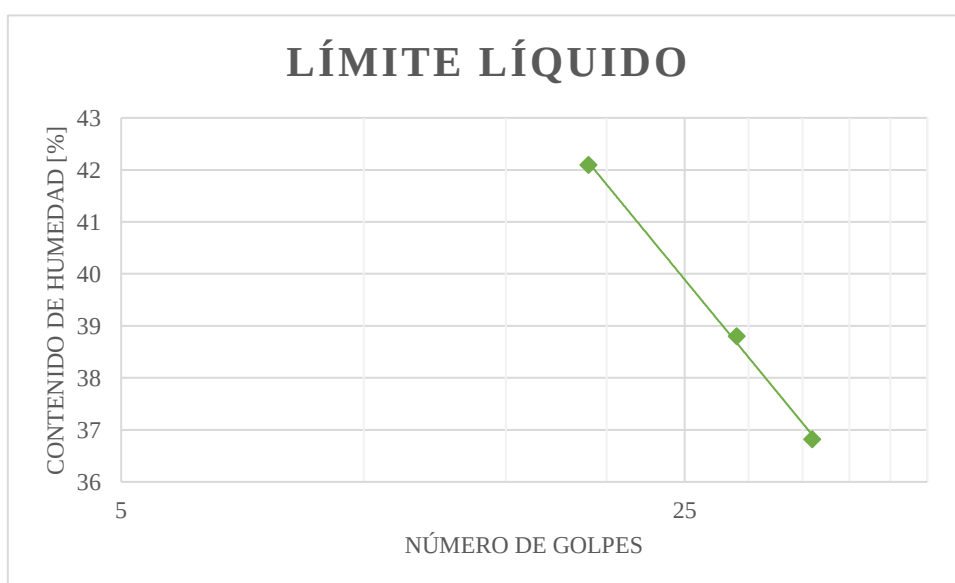
El límite líquido de la calicata 2 es igual a 47.30% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

Tabla 16 Límite Líquido de la Calicata 3.

Límite Líquido [LL]			
N° de ensayo	1	2	3
N° de recipiente	3	19	57

Masa del recipiente	1	6,36	6,17	6,02
Masa del suelo Húmedo + recipiente	2			
[gr]		15,39	17,76	17,53
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	12,96	14,52	14,12
Masa del agua evaporada [gr]	4	2,43	3,24	3,41
Masa del suelo seco [gr]	5	6,6	8,35	8,1
Porcentaje de humedad [%]	6	36,82	38,80	42,10
Numero de golpes	7	36	29	19

Figura 20 Límite Líquido de la Calicata 3.



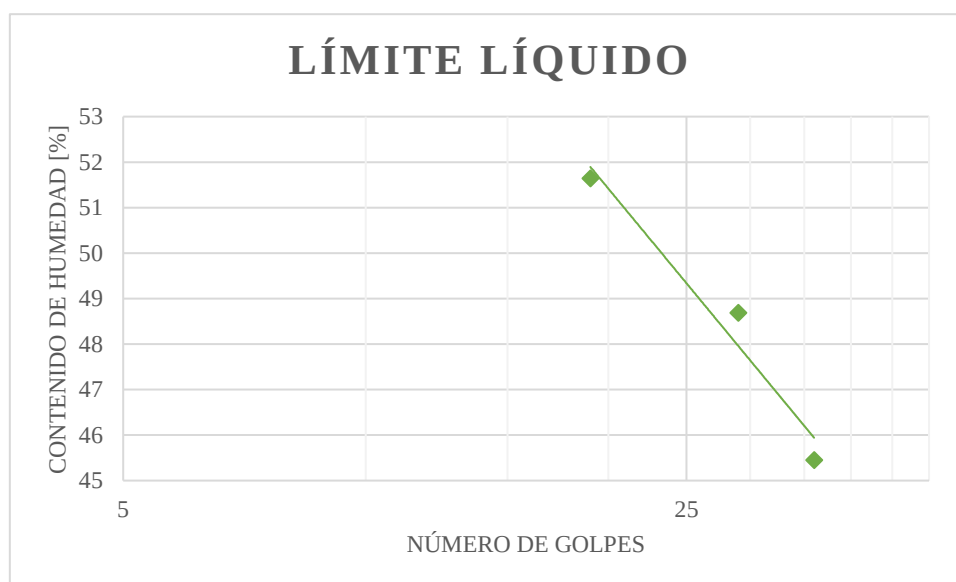
El límite líquido de la calicata 3 es igual a 39.24% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

Tabla 17 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1m.

Límite Líquido [LL]			
N° de ensayo	1	2	3

N° de recipiente	19	31	78	
Masa del recipiente	1	6,17	5,89	6,30
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	13,21	14,99	18,75
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	11,01	12,01	14,51
Masa del agua evaporada [gr]	4	2,20	2,98	4,24
Masa del suelo seco [gr]	5	4,84	6,12	8,21
Porcentaje de humedad [%]	6	45,45	48,69	51,64
Numero de golpes	7	36	29	19

Figura 21 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1m.



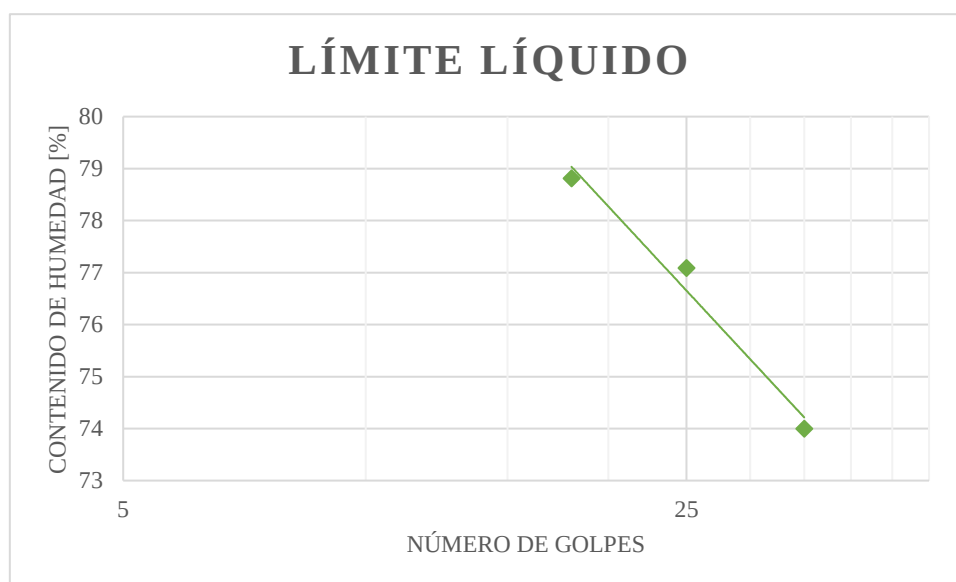
El límite líquido de la calicata 4 a un 1m de profundidad es igual a 48.59% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

Tabla 18 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1.8m.

Límite Líquido [LL]			
N° de ensayo	1	2	3

N° de recipiente		109	7	21
Masa del recipiente	1	6,07	6,02	6,30
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	13,90	16,61	18,37
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	10,57	12,00	13,05
Masa del agua evaporada [gr]	4	3,33	4,61	5,32
Masa del suelo seco [gr]	5	4,50	5,98	6,75
Porcentaje de humedad [%]	6	74,00	77,09	78,81
Numero de golpes	7	35	25	18

Figura 22 Límite Líquido de la Calicata 4 a 1.8m.



El límite líquido de la calicata 4 a 1.8 metros de profundidad es igual a 77.63% que representa un promedio de el porcentaje de humedad medido en los distintos números de golpes.

2.3.5.2.2 Límite Plástico

Para este ensayo se reservó una muestra del ensayo de limite liquido; se procedió a formar una bola con la masa con el fin de reducir la cantidad de humedad de la muestra, cuando la muestra ya no se pegaba en la palma de las manos se amaso sobre una placa de vidrio

formando rollitos de diámetro menos a 3 mm o hasta que la muestra presentara grietas, se secó la muestra por 16 horas para luego dejarla enfriar a temperatura ambiente y pesarlas.

Tabla 19 *Límite Plástico de la Calicata 1 a 1m.*

Limite Plástico		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	67	
Masa del recipiente	1	6,32
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	13,22
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	11,43
Masa del agua evaporada [gr]	4	1,79
Masa del suelo seco [gr]	5	5,11
Porcentaje de humedad [%]	6	35,03

Nota: El límite plástico de la calicata 1 a 1m es igual a 35.03%.

Tabla 20 *Límite Plástico de la Calicata 1 a 1.8m.*

Limite Plástico		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	80	
Masa del recipiente	1	6,07
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	13,14
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	11,10
Masa del agua evaporada [gr]	4	2,04
Masa del suelo seco [gr]	5	5,03
Porcentaje de humedad [%]	6	40,56

Nota: El límite plástico de la calicata 1 a 1.8m es igual a 40.56%.

Tabla 21 Límite Plástico de la Calicata 2.

Limite Plástico [LP]		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	62	
Masa del recipiente	1	6,13
Masa del suelo Húmedo + recipiente		
[gr]	2	12,41
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	11,1
Masa del agua evaporada [gr]	4	1,31
Masa del suelo seco [gr]	5	4,97
Porcentaje de humedad [%]	6	26,36

Nota: El límite plástico de la calicata 2 es igual a 26.36%.

Tabla 22 Límite Plástico de la Calicata 3.

Limite Plástico [LP]		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	42	
Masa del recipiente	1	6,08
Masa del suelo Húmedo + recipiente		
[gr]	2	12,03
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	10,99
Masa del agua evaporada [gr]	4	1,04
Masa del suelo seco [gr]	5	4,91

Porcentaje de humedad [%]	6	21,18
---------------------------	---	-------

Nota: El límite plástico de la calicata 3 es igual a 21.18.

Tabla 23 Límite Plástico de la Calicata 4 a 1m.

Limite Plástico		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	18	
Masa del recipiente	1	6,38
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	12,05
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	10,88
Masa del agua evaporada [gr]	4	1,17
Masa del suelo seco [gr]	5	4,50
Porcentaje de humedad [%]	6	26,00

Tabla 24 Límite Plástico de la Calicata 4 a 1.8m.

Limite Plástico		
N° de ensayo	1	
N° de recipiente	99	
Masa del recipiente	1	6,13
Masa del suelo Húmedo + recipiente [gr]	2	11,37
Masa del suelo seco + recipiente [gr]	3	9,80
Masa del agua evaporada [gr]	4	1,57
Masa del suelo seco [gr]	5	3,67
Porcentaje de humedad [%]	6	42,78

Con los resultados del límite líquido y límite plástico se puede obtener el índice de plasticidad, el cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite Líquido

LP: Límite Plástico

$$IP = 57.29 - 35.03$$

$$IP = 22.26 \text{ (para la calicata 1 a 1m)}$$

$$IP = 68.61 - 40.56$$

$$IP = 28.05 \text{ (para la calicata 1 a 1.8m)}$$

$$IP = 47.30 - 26.36$$

$$IP = 20.94 \text{ (para la calicata 2)}$$

$$IP = 39.24 - 21.18$$

$$IP = 18.06 \text{ (para la calicata 3)}$$

$$IP = 48.60 - 26.00$$

$$IP = 22.60 \text{ (para la calicata 4 a 1m)}$$

$$IP = 76.64 - 42.78$$

$$IP = 33.86 \text{ (para la calicata 4 a 1.8m)}$$

Tabla 25 Índice de Plasticidad de cada calicata.

Índice de Plasticidad [IP]					
Calicata 1 a 1m	Calicata 1 a 1.8 m	Calicata 2	Calicata 3	Calicata 4 a 1m	Calicata 4 a 1.8m

LL	57,29	68,61	47,30	39,24	48,60	76,64
LP	35,03	40,56	26,36	21,18	26,00	42,78
IP	22,26	28,05	20,94	18,06	22,60	33,86

2.3.5.3 Ensayo Proctor

Este ensayo es utilizado para definir el nivel de compactación del suelo, la densidad seca máxima y el porcentaje de humedad optimo del material.

Se tomaron 4 muestras de 2.7kg de cada saco y se las compacto en 5 capas de 25 golpes cada una, los materiales usados para realizar esta compactación son:

- Un molde de 4 pulgadas
- Un martillo de 4.54kg/457mm

Tabla 26 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 1.

Calicata 1				
Determinación de la densidad Húmeda				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada + molde	5,54	5,79	5,87	5,78
Densidad Húmeda	1416,623	1681,313	1766,014	1670,725
Determinación de la humedad				
Masa de agua añadida	300	400	500	200
Masa del recipiente	30,77	30,61	30,45	30,82
Masa de suelo húmedo + recipiente	161,88	167,27	174,42	180
Masa de suelo seco + recipiente	147	149,08	151,51	154
Masa de agua evaporada	14,88	18,19	22,91	26
Masa de suelo seco	116,23	118,47	121,06	123,18

Humedad	12,80	15,35	18,92	21,11
Determinación de la densidad seca				
A (Conversión de gramos a kilogramos)	1,128	1,154	1,189	1,211
Densidad seca	1255,847	1457,523	1484,987	1379,541

Figura 23 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 1.

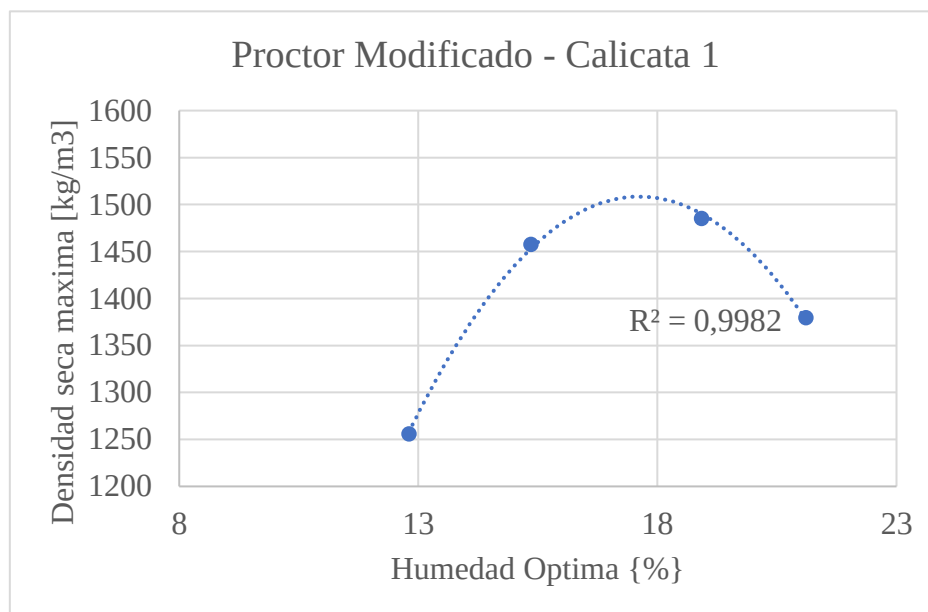


Tabla 27 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 2.

Calicata 2				
Determinación de la densidad Húmeda				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada + molde	5,38	5,63	5,72	5,57
Densidad Húmeda	1247,221	1511,911	1607,200	1448,385
Determinación de la humedad				
Masa de agua añadida	300	400	500	200
Masa del recipiente	30,73	30,71	30,72	30,72

Masa de suelo húmedo + recipiente	174,18	181,59	173,92	185,69
Masa de suelo seco + recipiente	164,25	168	158,66	165
Masa de agua evaporada	9,93	13,59	15,26	20,69
Masa de suelo seco	133,52	137,29	127,94	134,28
Humedad	7,44	9,90	11,93	15,41
Determinación de la densidad seca				
A (Conversión de gramos a kilogramos)	1,074	1,099	1,119	1,154
Densidad seca	1160,885	1375,731	1435,930	1255,012

Figura 24 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 2.

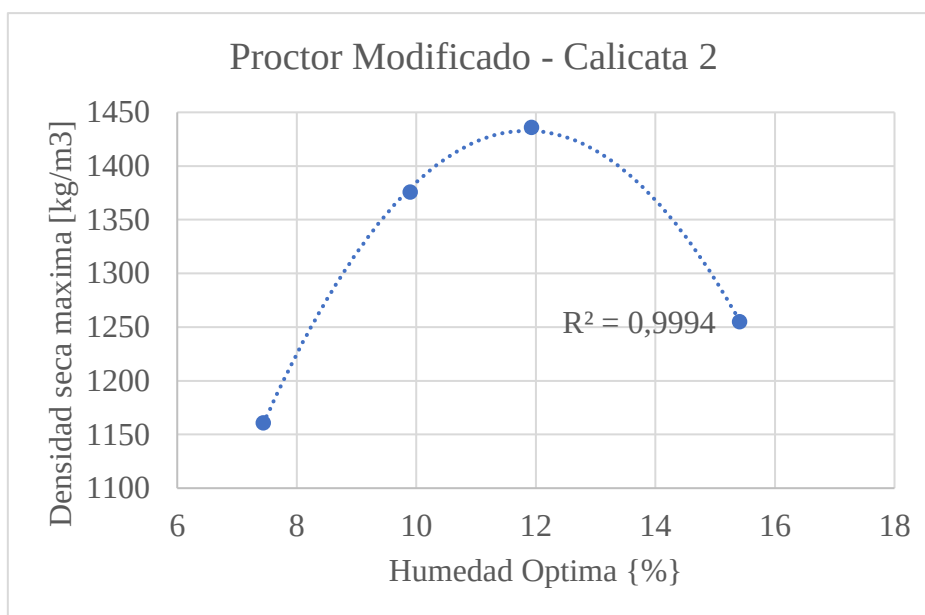


Tabla 28 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 3.

Calicata 3				
Determinación de la densidad Húmeda				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada + molde	3,838	3,982	3,912	3,798

Densidad Húmeda	1210,021	1363,539	1288,913	1167,377
Determinación de la humedad				
Masa de agua añadida	300	400	500	200
Masa del recipiente	96,8	100,2	97,5	99,1
Masa de suelo húmedo + recipiente	572,1	327,5	493,5	516
Masa de suelo seco + recipiente	525,91	292,17	424,06	479,4
Masa de agua evaporada	46,19	35,33	69,44	36,6
Masa de suelo seco	429,11	191,97	326,56	380,3
Humedad	10,76	18,40	21,26	9,62
Determinación de la densidad seca				
A (Conversión de gramos a kilogramos)	1,108	1,184	1,213	1,096
Densidad seca	1092,431	1151,600	1062,897	1064,892

Figura 25 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 3.

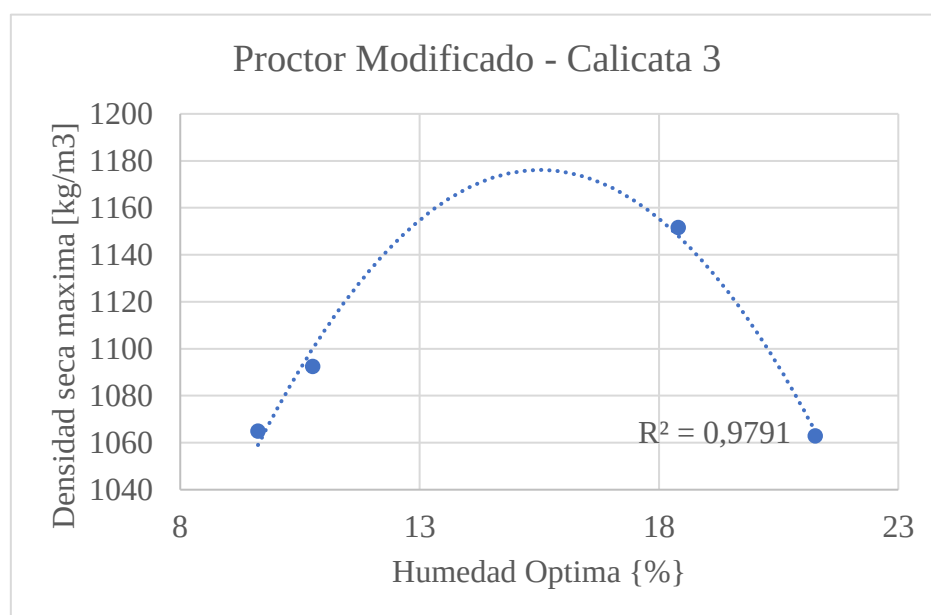
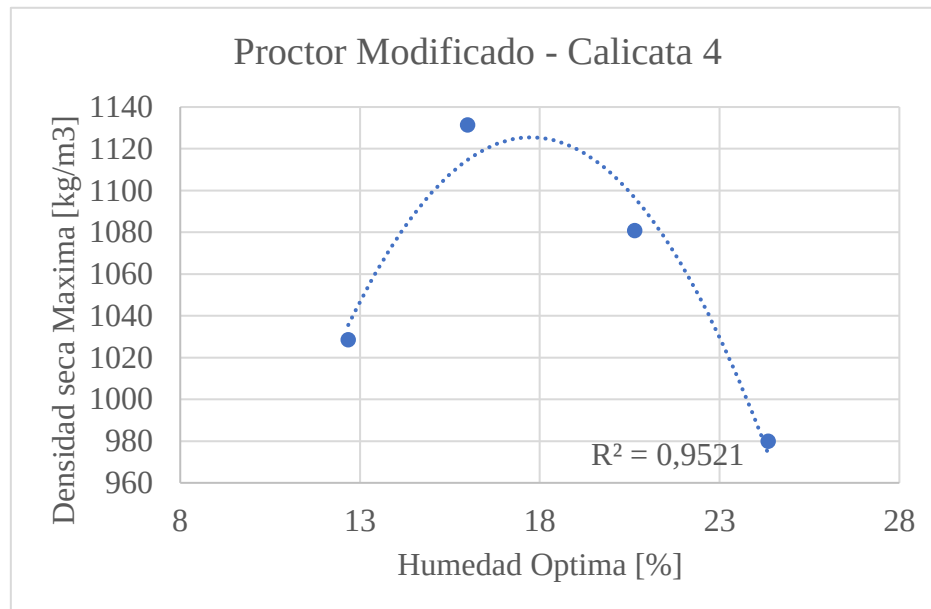


Tabla 29 Determinación de la densidad seca máxima en la calicata 4.

Calicata 4				
Determinación de la densidad Húmeda				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Masa compactada + molde	3,934	3,926	3,846	3,79
Densidad Húmeda	1312,367	1303,838	1218,550	1158,849
Determinación de la humedad				
Masa de agua añadida	300	400	500	200
Masa del recipiente	92,31	82,44	104,35	91,9
Masa de suelo húmedo + recipiente	441,2	322,7	523,6	418,2
Masa de suelo seco + recipiente	393,1	281,6	441,5	381,5
Masa de agua evaporada	48,1	41,1	82,1	36,7
Masa de suelo seco	300,79	199,16	337,15	289,6
Humedad	15,99	20,64	24,35	12,67
Determinación de la densidad seca				
A	1,160	1,206	1,244	1,127
Densidad seca	1131,436	1080,797	979,926	1028,509

Figura 26 Curva humedad Optima vs Densidad seca maxima en la calicata 4.



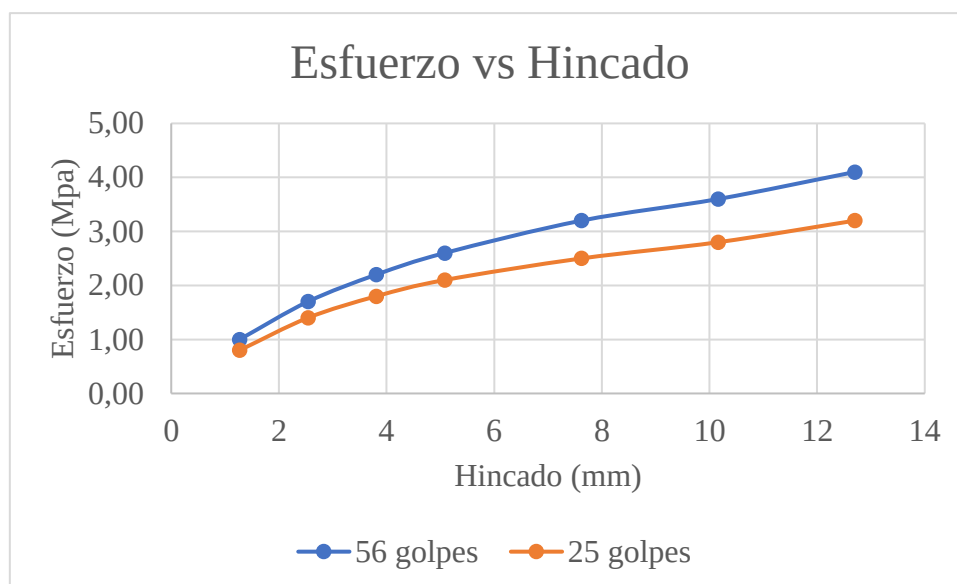
2.3.5.4 Ensayo CBR

Tabla 30 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 1.

Calicata#1							
Humedad Y Densidad							
Inicial				Final			
Golpes Por Capa	56	25	12	Golpes Por Capa	56	25	12
#Recipiente	68	77	29	#Recipiente	2	5	3
Masa De S Húmedo + Recip. B (g):	172,96	173,18	176,98	Masa Húmedo Inicial + Molde B (kg)	12,280	11,892	11,616
Masa De S Seco + Recip C (g):	154,0	153,8	158,1	Masa Húmedo Final + Molde B (kg)	13,099	12,756	12,521
Masa Del Recipiente. A (g)	30,70	30,72	30,82	Masa Del Molde B (kg)	8,674	8,539	8,464
Masa De Agua D = B - C (g)	19,0	19,4	18,9	Masa Húmedo Inicial (kg)	3,606	3,353	3,152
Masa De Suelo Seco E = C - A (g)	123,3	123,1	127,3	Masa De Agua Absorbida (gr)	819,0	864,0	905,0
Humedad F = D/E*100 (%)	15,4	15,7	14,8	% De Agua Absorbida	22,71%	25,77%	28,71%
#Recipiente	68	77	29				
Masa Compactada + Molde B (kg)	12,280	11,892	11,616				
Masa Del Molde B (kg)	8,674	8,539	8,464				
Volumen Del Recipiente V (m3)	0,002196	0,002196	0,002196				
C = (F+100) *0.01	1,2	1,2	1,1				
Densidad Húmeda (B - A) /V (kg/m3)	1642,1	1526,9	1435,3				
Densidad Seca = Densidad Húmeda/C	1422,6	1319,5	1249,9				

Tabla 31 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 1.

Hincado a Presión	Dial 0.001"			
Mm	56 golpes		25 golpes	
1,27	0+	1,0	0+	0,8
2,54	0+	1,7	0+	1,4
3,81	0+	2,2	0+	1,8
5,08	0+	2,6	0+	2,1
7,62	0+	3,2	0+	2,5
10,16	0+	3,6	0+	2,8
12,70	0+	4,1	0+	3,2

Figura 27 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 1.

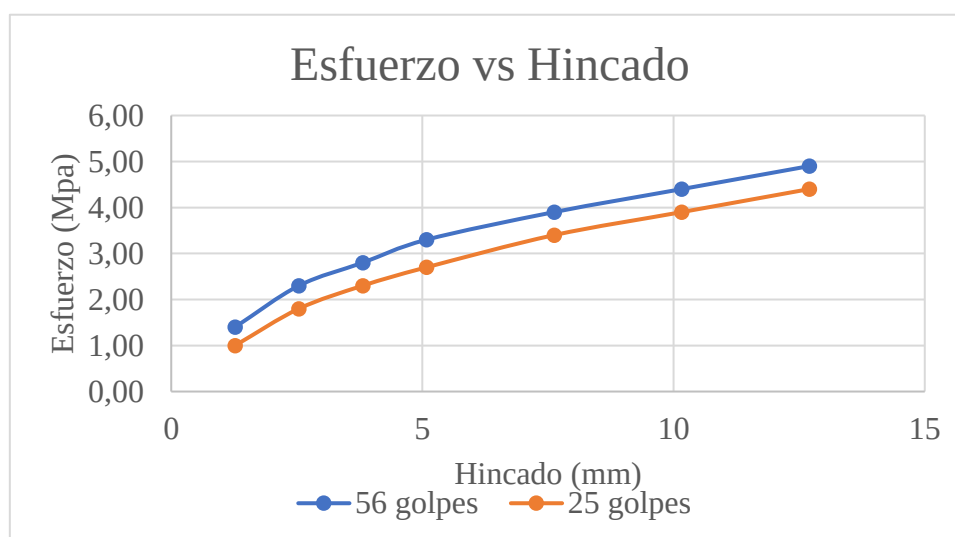
Nota: El CBR de diseño de la subrasante en la calicata 1 es de 5.00% según los resultados obtenidos del ensayo Proctor y CBR.

Tabla 32 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 2.

Calicata #2							
Humedad Y Densidad							
Inicial				Final			
Golpes Por Capa	56	25	12	Golpes Por Capa	56	25	12
#Recipiente	83	85	45	#Recipiente	2	5	3
Masa De S Húmedo + Recip. B (g):	177,4	177	183,9	Masa Húmedo Inicial + Molde B (kg)	11,560	11,953	11,883
Masa De S Seco + Recip C (g):	162,5	165,4	171,94	Masa Húmedo Final + Molde B (kg)	12,189	12,657	12,650
Masa Del Recipiente. A (g)	30,72	30,45	31,68	Masa Del Molde B (kg)	8,054	8,668	8,789
Masa De Agua D = B - C (g)	14,9	11,6	12,0	Masa Húmedo Inicial (kg)	3,506	3,285	3,094
Masa De Suelo Seco E = C - A (g)	131,8	135,0	140,3	Masa De Agua Absorbida (gr)	629,0	704,0	767,0
Humedad F = D/E*100 (%)	11,3	8,6	8,5	% De Agua Absorbida	17,94%	21,43%	24,79%
#Recipiente	83	85	45				
Masa Compactada + Molde B (kg)	11,560	11,953	11,883				
Masa Del Molde B (kg)	8,054	8,668	8,789				
Volumen Del Recipiente V (m3)	0,002196	0,002196	0,002196				
C = (F+100) *0.01	1,1	1,1	1,1				
Densidad Húmeda (B - A) /V (kg/m3)	1596,5	1495,9	1408,9				
Densidad Seca = Densidad Húmeda/C	1434,4	1377,9	1298,2				

Tabla 33 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 2.

Hincado A Presión	Dial 0.001"			
Mm	56 golpes		25 golpes	
1,27	0+	1,4	0+	1,0
2,54	0+	2,3	0+	1,8
3,81	0+	2,8	0+	2,3
5,08	0+	3,3	0+	2,7
7,62	0+	3,9	0+	3,4
10,16	0+	4,4	0+	3,9
12,70	0+	4,9	0+	4,4

Figura 28 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 2.

Nota: El CBR de diseño de la subrasante en la calicata 2 es de 5.02% según los resultados obtenidos del ensayo Proctor y CBR.

Tabla 34 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 3.

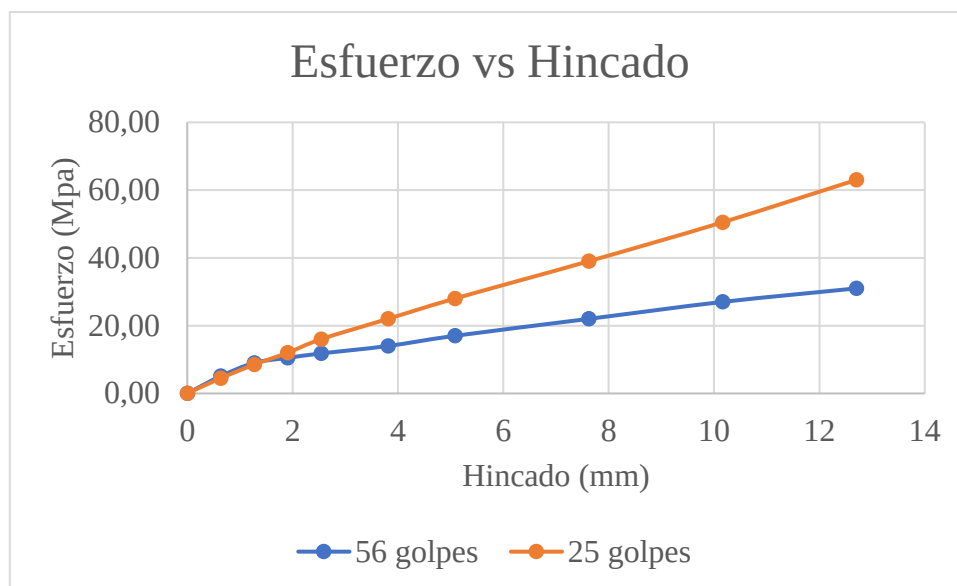
Calicata #3					
Determinación De Humedad					
		Antes De Remojo		Después De Remojo	
Golpes Por Capa		56	25	56	25
Humedad	Id Recipiente	23	152,5	Va7	83,5

	Masa De Recipiente A (g)	154,00	153,10	88,80	83,40
	Masa Húmeda + Recipiente B (g)	1163,10	1175,20	400,00	400,00
	Masa De S Seco + Recip. C (g)	1021,50	1023,70	361,08	360,96
	Masa De Agua D=B-C (g)	141,60	151,50	38,92	39,04
	Masa De Suelo Seco E=C-A	867,50	870,60	272,28	277,56
	Humedad F=D/E*100(%)	16,32	17,40	14,29	14,07
Densidad	Id Del Molde	#3	#6	#3	#6
	Masa Del Molde A (kg)	17,36	17,28	17,36	17,28
	Volumen Del Molde V (m3)	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
	Masa Compactada + Molde B (kg)	8,462	8,570	8,618	8,666
	Densidad Húmeda (B-A) /V (kg/m3)	2746,91	2687,04	2698,77	2657,41
	C=(F+100) *0.01	1,16	1,17	1,14	1,14
	Densidad Seca= Densidad Húmeda/C (kg/m3)	2361,46	2288,75	2361,25	2329,72

Tabla 35 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 3.

Hincado del pistón		Esfuerzo (Mpa)	
mm	in	56 golpes	25 golpes
0	0,000	0,00	0,00
0,635	0,0250	5,10	4,50
1,27	0,0500	9,00	8,50
1,905	0,0750	10,50	12,00
2,54	0,1000	11,80	16,00
3,81	0,1500	14,00	22,00
5,08	0,2000	17,00	28,00
7,62	0,3000	22,00	39,00
10,16	0,4000	27,00	50,50
12,7	0,5000	31,00	63,00

Figura 29 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 3.



Nota: El CBR de diseño de la subrasante en la calicata 3 es de 8.61% según los resultados obtenidos del ensayo Proctor y CBR.

Tabla 36 Resultados del Ensayo CBR de la calicata 4.

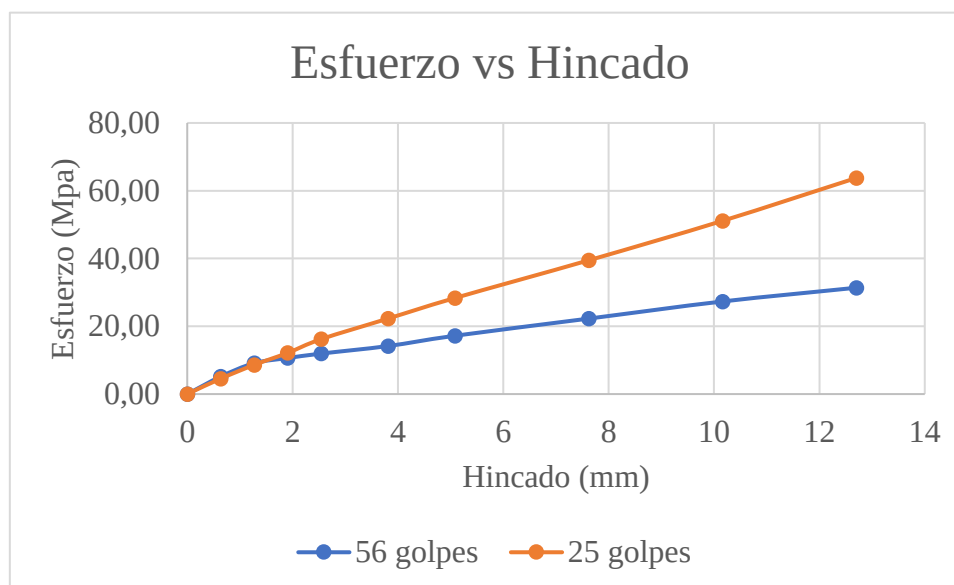
Calicata #4				
Determinación De Humedad				
Humedad	Golpes Por Capa	Antes De Remojo		Después De Remojo
		56	25	56 25
	Id Recipiente	84	36*	152 136
	Masa De Recipiente A (g)	152	151	87 82
	Masa Húmeda + Recipiente B (g)	1165,4 7	1177,4 6	400 400
	Masa De S Seco + Recip. C (g)	1023,6	1025,9 4	360,72 359,32
	Masa De Agua D=B-C (g)	141,87	151,52	39,28 40,68
	Masa De Suelo Seco E=C-A	871,60	874,94	273,72 277,32
	Humedad F=D/E*100(%)	16,28	17,32	14,35 14,67
Densidad	Id Del Molde	#4	#9	#4 #9
	Masa Del Molde A (kg)	17,48	17,35	17,48 17,35
	Volumen Del Molde V (m3)	0,0032	0,0032	0,0032 0,0032
	Masa Compactada + Molde B (kg)	8,531	8,613	8,633 8,716

Densidad Húmeda (B-A) /V (kg/m ³)	2762,0 4	2696,6 0	2730,56	2664,81
$C=(F+100) *0.01$	1,16	1,17	1,14	1,15
Densidad Seca= Densidad Húmeda/C (kg/m ³)	2375,3 9	2298,5 5	2387,88	2323,92

Tabla 37 Esfuerzos según los datos obtenidos en el hincado a los 56 y 25 golpes en la calicata 4.

Hincado del pistón		Esfuerzo (Mpa)	
mm	in	56 golpes	25 golpes
0	0,000	0,00	0,00
0,635	0,0250	5,16	4,55
1,27	0,0500	9,11	8,60
1,905	0,0750	10,63	12,14
2,54	0,1000	11,94	16,19
3,81	0,1500	14,17	22,26
5,08	0,2000	17,20	28,34
7,62	0,3000	22,26	39,47
10,16	0,4000	27,32	51,11
12,7	0,5000	31,37	63,76

Figura 30 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes de la calicata 4.



Nota: El CBR de diseño de la subrasante en la calicata 4 es de 8.70% según los resultados obtenidos del ensayo Proctor y CBR.

2.4 Análisis de datos

2.4.1 Trafico Futuro

El tráfico diario anual proyectado a 20 años dio un valor de 889 vehículos por día considerando el 65% de aceptación obtenido en la encuesta de interés y que la carretera será una vía de acceso para actividades a realizarse solo los días viernes, sábado y domingo.

Con lo mencionado anteriormente y siguiendo los rangos establecidos por el MTOP podemos clasificarla como una carretera de clase III.

Tabla 38 Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado.

Clase de carretera	Trafico Proyectado TPDA
R-I-O-R-II	Mas de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Nota. MTOP Departamento de Factibilidad, 2015

Figura 31 Valores recomendados para el diseño de carreteras clase III

NORMAS	CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	90	80	60	80	60	40
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	275	210	110	210	110	42
Distancia de visibilidad para parada (m)	135	110	70	110	70	40
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	640	565	415	565	415	270
Peralte						
Coefficiente “K” para: ⁽²⁾						
Curvas verticales convexas (m)	43	28	12	28	12	4
Curvas verticales cóncavas (m)	31	24	13	24	13	6
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	4	6	7	6	7	9
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%					
Ancho de pavimento (m)	6,70			6,00		
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.					
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 - 4,0					

2.4.2 Estudio de suelos

2.4.2.1 Límites de atterberg y Granulometría

Para la calicata 1 podemos observar que la curva granulométrica de la primera capa de suelo es continua y descendente, lo que indica que el material tiene una buena distribución de tamaños de partículas. La mayor parte del material se encuentra retenida en tamices superiores al N°40, lo cual evidencia una presencia predominante de gravas y arenas gruesas. Por estas características, se puede considerar un material granular bien gradado, adecuado para capas de soporte. En la curva granulométrica de la segunda capa de suelo tomada podemos observar una tendencia uniforme de descendente, con la mayor cantidad de material entre los tamices N°40 y N°200 lo que indica una alta presencia de arenas medias a finas, por lo que se puede clasificar como un material granular limpio.

Así también, considerando los valores obtenidos en el análisis de límites líquidos y límites plásticos podemos clasificar el material de la siguiente manera:

- Según la clasificación SUCS podemos indicar que el material es una arena mal gradada con poca plasticidad (SP-SM).

- Según AASHTO podemos indicar que es material es A-1-b, lo cual indica un buen material para subrasante.

Para la calicata 2 podemos observar una curva granulométrica continua y descendente, la mayoría del material se encuentra retenida en tamices superiores al N°40 lo cual indica la presencia considerable de gravas y el porcentaje de material retenida en los tamices inferiores al N°200 es baja lo cual indica que tiene poca cantidad de limos y arcillas, por lo que podríamos considerar que es un material granular bien graduado.

Así también considerando los valores obtenidos en el análisis de límites líquidos y límites plásticos podemos clasificar el material de la siguiente manera:

- Según la clasificación SUCS podemos indicar que el material es una arena mal gradada y de media plasticidad (SP-CL).
- Según AASHTO podemos indicar que es material es A-1-a, lo cual indica un material de buena calidad para subrasante.

Para la calicata 3 podemos observar una curva granulométrica progresiva y continua, el punto más bajo de la curva no llega al 10% de pasante lo cual indica un bajo contenido de finos, de características similares al material recolectado en la calicata 2.

Así también considerando los valores obtenidos en el análisis de límites líquidos y límites plásticos podemos clasificar el material de la siguiente manera:

- Según la clasificación SUCS podemos indicar que el material es una grava mal gradada con bajo contenido de arcilla y de media plasticidad (GP-GC).
- Según AASHTO podemos indicar que es material es A-1-a, lo cual indica un material de buena calidad para base y subbase.

Para la calicata 4 podemos observar que la curva granulométrica de la primera capa de suelo es continua, lo que indica que el material tiene una mezcla predominante de arenas medias

a finos. Por estas características, se puede considerar un material granular mal gradado (SP) debido a la concentración en un rango específico de tamaños, pero con muy poca plasticidad y bajo contenido de finos.

Así también, considerando los valores obtenidos en el análisis de límites líquidos y límites plásticos podemos clasificar el material de la siguiente manera:

- Según la clasificación SUCS podemos indicar que el material es una arena mal gradada con media plasticidad (SP-SM).
- Según AASHTO podemos indicar que es material es A-1-b, lo cual indica un material apto para subrasante o subbase.

2.4.2.2 Proctor y CBR

Tabla 39. Resumen de los valores obtenidos en los ensayos Proctor y CBR.

Calicata	Humedad Óptima (%)	Densidad Seca Máx. (kg/m³)	CBR (%)
C-1	17.5	1505	5
C-2	11.8	1430	5.02
C-3	15.3	1175	8.61
C-4	17.6	1124	8.70

Las calicatas 1 y 2 presentan densidades secas máximas más altas en comparación con las calicatas 3 y 4, lo cual indica que poseen materiales con una mayor fracción granular y son más compactos, esto debido a el material lastrado que se encuentra en esta zona.

Las calicatas 3 y 4 presentan densidades secas menores lo cual indica que poseen una mayor cantidad de finos y por lo tanto poseen menores capacidades de soporte.

En las calicatas 1, 3 y 5 podemos observar una humedad optima elevada, lo que confirma la presencia de mayor cantidad de finos que en la calicata 2 que posee propiedades más parecidas a las de un suelo arenoso.

Con respecto al ensayo CBR las 4 calicatas presentan valores mayores o iguales al 5% lo cual indica que son aptos para ser usados como material de subrasante, pero considerando la utilización de materiales estabilizadores como la cal u otros aditivos con el fin de obtener una mejor capacidad portante.

2.5 Análisis de alternativas

Los pavimentos según su distribución de carga se dividen en pavimentos rígidos y pavimentos flexibles. Para esta sección tomaremos en cuenta estos dos tipos de pavimentos y consideraremos la mejor alternativa según su costo de fabricación, duración y capacidad de carga, tomando en cuenta la calidad del suelo y uso de la carretera. Para luego evaluarlas según la escala de Likert.

2.5.1 Alternativa 1. Utilización de pavimento rígido

El pavimento rígido se caracteriza por tener una mayor capacidad de soportar las cargas distribuidas y producir menores deformaciones lo cual resulta ideal para el diseño de carreteras muy concurridas y con un alto volumen de tráfico pesado. El diseño de carreteras con pavimento rígido representa un costo mayor al de los otros tipos de pavimentos aun así se ve compensado por el menor número de mantenimientos que necesita a lo largo del tiempo de vida útil. Los pavimentos rígidos son más susceptibles a agrietamientos por movimientos de terreno o cambios bruscos de temperatura, lo cual afecta considerablemente a su durabilidad. Además, la fabricación de estos pavimentos conlleva a un elevado nivel de contaminación debido a los materiales que se utilizan para su fabricación y al movimiento de maquinarias que son necesarias para su instalación.

2.5.2 Alternativa 2. Utilización de pavimento flexible

El pavimento flexible se caracteriza por su alta capacidad de adaptación a las deformaciones propias del terreno sin agrietarse, por lo que es más idóneo en zonas de alta sismicidad. El costo y tiempo de construcción es bajo a diferencia de otros tipos de pavimento y aunque necesita un mayor número de mantenimientos a lo largo del tiempo de vida útil estos no conllevan una gran inversión y se realizan en cortos periodos de tiempo lo cual contribuye al correcto flujo de tránsito. En términos de contaminación este pavimento produce menores emisiones de CO₂ y requiere de un menor número de maquinarias para su instalación y mantenimiento, además, este tipo de pavimentos ofrecen una capa de rodadura silenciosa lo cual es beneficioso carreteras cercanas a viviendas o establecimientos muy concurridos.

2.5.3 Criterios de evaluación para el análisis de alternativas

Costo de proyecto: Este criterio define la viabilidad financiera de la obra, considerando aspectos como el uso de recursos, materiales, maquinarias y mano de obra seleccionando la alternativa más rentable sin comprometer la calidad del diseño de la carretera.

Mantenimiento: En este criterio se evalúa el número y tiempo requerido para cada mantenimiento según el tiempo de vida útil establecido para la carretera, además de los equipos y mano de obra necesaria para cada ejecución.

Tiempo de ejecución: Este criterio evalúa la alternativa que facilite la mejora en la circulación en un plazo razonable, considerando la movilización de maquinaria y materiales según el avance de la obra y el abastecimiento establecido en el cronograma.

Durabilidad: Evalúa el cumplimiento del tiempo de vida útil establecido para la carretera considerando el tipo de tránsito que circulara por la carretera, las características propias del suelo y la capacidad de adaptabilidad que posea cada alternativa propuesta.

Impacto Ambiental: En este criterio se considera el impacto que genera la obra al momento de su ejecución y en los periodos en los que se necesite realizar mantenimientos. Tomando en cuenta aspectos como deforestación, emisiones de carbono por uso de maquinarias y equipos, contaminación auditiva y el impacto que generan los materiales utilizados en cada alternativa.

Tabla 40. Evaluación de alternativas de diseño.

Criterio	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de proyecto	30%	1	5
Mantenimiento	20%	4	3
Tiempo de ejecución	25%	2	5
Durabilidad	15%	4	3
Impacto Ambiental	10%	4	3
Total		3	3.8

Nota. 1 Malo, 2 Regular, 3 Aceptable, 4 Bueno, 4 Muy bueno

En términos de costo inicial la alternativa 2 representa una opción más económica que la alternativa 1, esto debido a que el uso de pavimento asfáltico requiere una menor inversión con respecto a los materiales, equipos y maquinarias que se necesitan para su elaboración y montaje in situ, en este criterio económico también es importante mencionar el mantenimiento que requiere cada alternativa, pues en el caso del pavimento rígido suele ser más complicado e inhabilita la circulación vehicular por un mayor tiempo que las reparaciones en pavimentos flexibles, así también los equipos necesarios para estos mantenimientos suelen ser más especializados en los pavimentos rígidos por lo que afecta su factibilidad en este criterio.

Como se mencionó en el criterio anterior los pavimentos flexibles son más fáciles de instalar por lo que el tiempo en el que se ejecute la obra será menor considerando el menor número de pasos o aspectos que se den llevar a cabo, así también uno de los aspectos más importantes es que el pavimento flexible no requiere de un tiempo de curado por lo que la habilitación de la vía será más rápida que al usar otro tipo de pavimentos.

Es importante mencionar que el pavimento rígido posee una mayor capacidad de carga por lo que su durabilidad será mayor que la de cualquier otro pavimento, aun así, se debe considerar que este aspecto es directamente proporcional al tipo de vehículos que circularan por la carretera que en nuestro caso no está destinada al tráfico constante de vehículos pesados.

En términos ambientales las dos alternativas poseen similares características que afectan a la contaminación del aire por emisiones de CO₂ y ruido por lo que las dos alternativas son igual de viables.

Con lo mencionado anteriormente, la alternativa 2 que emplea un diseño en pavimento flexible resulta la más viable ya que posee mejores ponderaciones según las necesidades del proyecto.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Velocidad de Diseño

La Norma de Diseño Geométrico (2023) establece una velocidad de diseño según las características y criterios técnicos establecidos para cada tipo de carretera y terreno en el que se va a diseñar. Esta velocidad de terreno determina los parámetros geométricos tomando en cuenta aspectos como los radios de curvatura, peraltes, pendientes máximas y mínimas, definiendo los valores correctos para una circulación segura y eficiente.

Tabla 41 *Velocidades de Diseño.*

Clase	Recomendada		
	Llano	Ondulado	Montañoso
I	110	100	80
II	100	90	70
III	90	80	60
IV	80	60	50
V	60	50	40

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2023.

Con lo antes mencionado y considerando que el terreno de la carretera de tipo III será construida en un terreno montañoso la velocidad de diseño definida para el diseño geométrico de la carretera es de 60 km/h

3.1.2 Diseño Horizontal de la vía

3.1.2.1 Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo de curvatura en el diseño de una carretera busca establecer giros suaves y seguros para cada tipo de carretera. Así mismo influye directamente en el confort que los ocupantes de un vehículo pueden sentir al momento de la circulación. El radio mínimo de curvatura que se emplea en el diseño de carreteras tipo III para terrenos ondulados es de 110m según el MTOP.

Aun así, es importante mencionar que parte de la carretera pasara por espacios ya delimitados por predios familiares y cerramientos, por lo que resulta necesario tomar en cuenta los radios que ya se forman en estas zonas de la topografía e incluirlas en los cálculos del diseño; para el tramo que se diseñara desde cero si se tomara en cuenta el radio mínimo que sugiere la normativa.

3.1.2.2 Elementos de una curva Horizontal

De acuerdo con la topografía del terreno se trazó un eje preliminar de la vía siguiendo la topografía del terreno y los límites que generaban cada predio cercano al trazado se obtuvieron:

- Para el tramo de entrada un total de 6 puntos de intersección (PI).
- Para el tramo de salida un total de 8 puntos de intersección (PI).

Para cada punto de intersección se calcularon los siguientes elementos de la curva:

- α (°): Ángulo de deflexión
- R: Radio
- Pc: Punto del principio de la curva
- Pt: Punto de terminación de la curva
- T: Longitud tangente
- Lc: Longitud de la curva
- E: External

Tomando en cuenta el PI 1 del tramo de entrada para iniciar el cálculo de los elementos de la curva con un ángulo de deflexión de $6^{\circ}48'36''$ y un radio de 110m tenemos:

Ecuación 1 Longitud de la tangente.

$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$T = 110 * \tan \frac{6.810}{2}$$

$$T = 6.54m$$

Ecuación 2 Principio de la curva (Pc).

$$Pc = PI - T$$

$$Pc = 62.50 - 6.54$$

$$Pc = 55.96m$$

Ecuación 3 Calculo del external.

$$E = R * \sec \frac{\alpha}{2} - 1$$

$$E = 110 * \sec \frac{6.810}{2} - 1$$

$$E = 0.19m$$

Ecuación 4 Calculo de cuerda larga.

$$Cl = 2 * R * \sen \frac{\alpha}{2}$$

$$Cl = 2 * 110 * \sen \frac{6.810}{2}$$

$$Cl = 13.07m$$

Ecuación 5 Longitud de curva.

$$Lc = R * \alpha$$

$$Lc = 110 * 6.810$$

$$Lc = 13.07m$$

Ecuación 6 Punto de término de la curva (Pt).

$$Pt = Pc + Lc$$

$$Pt = 0 + 55.96 + 13.07$$

$$Pt = 0 + 69.03m$$

Ecuación 7 Razón de cambio del ángulo de deflexión.

$$\Delta\alpha = \frac{\alpha}{Lc}$$

$$\Delta\alpha = \frac{\frac{6.810}{2}}{13.07}$$

$$\Delta\alpha = 0.26^\circ$$

$$\Delta\alpha = 0^\circ 15' 38''$$

Con estos datos se procede a realizar una libreta para cada punto de intersección en el diseño horizontal de la carretera tanto para el tramo de entrada como para el tramo de salida.

Tabla 42 Elementos de la curva para cada punto de intersección en el tramo de la vía de entrada.

	<i>PI</i> ₀	<i>PI</i> ₁	<i>PI</i> ₂	<i>PI</i> ₃	<i>PI</i> ₄	<i>PI</i> ₅	<i>PI</i> ₆
α [dd°mm'ss"]	-	6°48'36"	11°04'44"	39°16'08"	54°47'02"	16°15'14"	-
α [°]	-	6,810	11,079	39,269	54,784	16,254	-
α [rads]	-	0,12	0,19	0,69	0,96	0,28	-
Rmin [m]	-	110,00	49,66	20,38	5,79	110,00	-
T [m]	-	6,54	4,82	7,27	5,79	15,71	-
E [m]	-	0,19	0,23	1,26	0,73	1,12	-
F [m]	-	0,19	0,23	1,18	0,65	1,10	-
Cl [m]	-	13,07	9,59	13,70	5,33	31,10	-
Lc [m]	-	13,07	9,60	13,97	5,54	31,21	-
$\Delta\theta$ [°]	-	0,2604	0,5769	1,4057	4,9478	0,2604	-
$\Delta\theta$ [dd°mm'ss"]	-	0°15'38"	0°34'37"	1°24'20"	4°56'52"	0°15'38"	-

Tabla 43 Elementos de la curva para cada punto de intersección en el tramo de la vía de salida.

	<i>PI</i> ₀	<i>PI</i> ₁	<i>PI</i> ₂	<i>PI</i> ₃	<i>PI</i> ₄	<i>PI</i> ₅	<i>PI</i> ₆	<i>PI</i> ₇
--	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

α	-	28°22'01"	29°15'14"	17°37'05"	79°00'40"	7°34'26"	18°51'07"	-
[dd°mm'ss"]								
α [°]	-	28,367	29,254	17,618	79,011	7,574	18,852	-
α [rads]	-	0,50	0,51	0,31	1,38	0,13	0,33	-
R min [m]	-	19,75	43,16	20,14	12,13	104,60	14,09	-
T [m]	-	4,99	11,26	3,12	10,00	6,92	2,34	-
E [m]	-	0,62	1,45	0,24	3,59	0,23	0,19	-
F [m]	-	0,60	1,40	0,24	2,77	0,23	0,19	-
Cl [m]	-	9,68	21,80	6,17	15,43	13,82	4,62	-
Lc [m]	-	9,78	22,04	6,19	16,73	13,83	4,64	-
$\Delta\theta$ [°]	-	1,4505	0,6638	1,4224	2,3617	0,2739	2,0332	-
$\Delta\theta$	-	1°27'02"	0°39'50"	1°25'21"	2°21'42"	0°16'26"	2°02'00"	-
[dd°mm'ss"]								

Las libretas de replanteo de los puntos de intersección restantes se adjuntan en la sección de Anexos en conjunto con los elementos de la curva hallados previamente para formar la libreta.

3.1.2.3 Distancia de Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad de parada está dispuesta por dos parámetros; el primero que es la distancia d1 que es la distancia que el conductor percibe un objeto en el medio de la vía y la distancia d2 que es la distancia en la que el conductor reacciona para detener el vehículo. El cálculo de estos parámetros se realiza con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 8 Distancia de percepción del conductor a un objeto.

$$d1 = 0.7 * Vc$$

Ecuación 9 Distancia de reacción al frenado.

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f_t}$$

Donde:

0.7: es un factor de conversión del tiempo de reacción en segundos para obtener una distancia en metros.

V_c: Velocidad de circulación en km/h.

f_t: coeficiente de fricción longitudinal.

Tabla 44 Distancias de visibilidad para Gradiente %.

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación	Percepción– reacción		Coeficiente de fricción longitudinal	Distancia de frenado	Distancia de parada Dp (m)	
	V0 (km/h)	Tiempo tpr (s)	Distancia dp + dr (m)	ft	df (m)	Calculada	Recomendada
50	46	2.5	31.92	0.360	23.14	55.06	55
60	55	2.5	38.17	0.340	35.03	73.20	75
70	63	2.5	43.72	0.325	48.08	91.80	90

Nota: Normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP, 2003-

Estas distancias también se pueden obtener a través de una tabla de valores establecida por el MTOP, por lo tanto, la distancia d1 es de 38. 17 m y la distancia d2 es de 35.03 m, tomando en cuenta estos datos se establece una distancia de parada recomendada (Dp) de 75m.

3.1.3 Diseño Vertical de la Vía

3.1.3.1 Curvas verticales

Las curvas verticales en el diseño de una carretera deben facilitar el tránsito y la sensación de confort que proporcionan a los ocupantes de un vehículo, por lo que es necesario dividirlos en dos tipos: convexas y cóncavas.

Ecuación 10 Curvas longitudinales cóncavas.

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

Ecuación 11 Curvas longitudinales convexas.

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

Donde:

A: diferencia entre los gradientes.

S: distancia de frenado.

Tomando en cuenta la curva convexa del PIV 2 en el diseño vertical del tramo de entrada

tenemos que:

$$m1 = -15$$

$$m2 = -25$$

$$S = 75 [m]$$

$$A = m1 - m2$$

$$A = (-15) - (-21) = 10$$

$$L = \frac{10 * 75^2}{426}$$

$$L = 132.04 [m]$$

$$Lc (escogido) = 133 [m]$$

En donde, la razón de cambio de las cotas se calcula como:

Ecuación 12 Razón de cambio de las cotas.

$$\Delta y = \frac{A}{200 * L}$$

$$\Delta y = \frac{10}{200 * 133}$$

$$\Delta y = 0.000376$$

Para calcular las cotas a lo largo de las curvas de diseño (cotas sobre la tangente) se

usarán las siguientes ecuaciones:

$$\text{Abscisa PC} = 0+001$$

$$\text{Cota sobre la tangente} = 1095$$

$$\text{Abscisa 2} = 0+030$$

$$\text{Cota sobre la tangente 2} = 1087.19$$

$$\Delta \text{ Abscisas} = (0+001) - (0+030)$$

$$\Delta \text{ Abscisas} = 29$$

Obtención de la cota de la curva:

$$Y = \frac{A * X^2}{200 * L}$$

$$Y = \frac{10 * (90 - 126.5)^2}{200 * 133}$$

$$Y = 0.5008$$

Finalmente, la cota de la curva es:

$$\text{cota de curva} = \text{cota sobre tangente 2} - Y$$

$$\text{cota de curva} = 1087.16 - 0.5008$$

$$\text{cota de curva} = 1086.66$$

Tabla 45 Datos para el cálculo de la curva vertical del PI_v 2.

PI_v	2	
m1	-15	%
m2	-25	%
Vd	60	km/h
A	10	
Lc	133	m
PCv_2	1	m
PTv_2	126,5	m

Tabla 46 Libreta de replanteo de curvas de PI_v 2 para el diseño vertical.

Curva	Convexa	2	PI	60
Cota		1085,6		
Abscisa	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
$PCv_2 = 0+001$	-15	1095,00	0,000	1095,0
0+030	-15	1087,19	0,038	1087,2
0+060	-15	1085,60	66,500	1019,1
0+090	-25	1077,85	0,004	1077,8
$PTv_2 = 0+126,5$	-25	1069,30	0,000	1069,3

3.1.3.2 Calzada

El ministerio de transporte y obras públicas establece valores recomendables para el ancho de calzada según el tipo de carretera que se vaya a diseñar.

Tabla 47 Anchos recomendables y absolutos para calzadas.

Tipo de carretera	Recomendable	Absoluto
Clase I	7.3	7.3
Clase II	7	6.7
Clase III	6.7	6
Clase IV	6	6
Clase V	4	4

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2003.

Tomando en cuenta la disposición existente del camino lastrado de la carretera se definió un ancho de 4 metros para los tramos de entrada y salida que son de un solo carril y un ancho total de 6 metros para el tramo de doble carril.

3.1.3.3 Espaldones

El ministerio de transporte y obras públicas establece valores para el ancho de espaldones según el tipo de carretera.

Tabla 48 Ancho de espaldones para el diseño de carreteras.

Tipo de carretera	Carpeta asfáltica y hormigón	Ancho de espaldones
Clase I	Carpeta asfáltica y hormigón	1.5 – 3
Clase II	Carpeta asfáltica	1.5 – 3
Clase III	Carpeta asfáltica o DTSB	0.5 – 2
Clase IV	DTSB, Capa Granular o Empedrado	0.6, 2.5, 4
Clase V	Capa Granular o Empedrado	4

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2003.

Tomando en cuenta la tabla proporcionada por el MTOP para el diseño de carreteras se definió que el ancho de los espaldones para los tramos de entrada y salida sea de 0.5 m.

3.1.3.4 Taludes

El diseño de taludes es necesario para garantizar la estabilidad de los cortes y rellenos que deben realizarse a lo largo de la carretera. Según la clasificación de suelo obtenida en los ensayos de laboratorio (A-1-b, según la clasificación AASHTO), deberán diseñarse taludes de 1H:1V, con el fin de evitar deslizamientos o fallas estructurales.

Tabla 49. Cuadro de consideraciones al aplicar taludes en construcciones.

Material	Propiedades	Altura de corte (m)	Pendiente sugerida
Roca dura			0.3H:1V a 0.8H:1V
Roca blanda			0.5H:1V a 1.2H:1V
Arena	Poco densa		1.5H:1V a 2H:1V
Suelo arenoso	Densa	Menos de 10	0.8H:1V a 1H:1V
		10 a 15	1H:1V a 1.2H:1V
	Poco Densa	Menos de 10	1H:1V a 1.2H:1V
		10 a 15	1.2H:1V a 1.5H:1V
	Densa	Menos de 10	0.8H:1V a 1H:1V
		10 a 15	1H:1V a 1.2H:1V
Mezcla de arena con grava o masas de roca	Poco Densa	Menos de 10	1H:1V a 1.2H:1V
		10 a 15	1.2H:1V a 1.5H:1V

Nota: Caltrans, Geotechnical Design Manual: Soil Cut Slopes, 2020.

3.1.3.5 Peralte

Según la norma del diseño geométrico de carreteras los peraltes deberán tener valores máximos normal de 6% y como valor máximo excepcional de 10%. Para dicho calculo se emplea la siguiente formula:

$$e = \left(\frac{V^2}{gR} - f \right) * 100$$

Donde:

e: peralte (%)

V: velocidad de diseño en (m/s)

g: gravedad (m/s^2)

R: radio de curva (m)

F: coeficiente de fricción lateral

Tabla 50. Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño.

Velocidad de diseño (Km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de curva
		Calculado	Recomendado	
30	0.17	26.2	25	32°44'
40	0.17	46.7	45	19°06'
50	0.16	75.7	75	11°28'
60	0.15	113.4	115	32°44'
70	0.14	160.8	160	19°06'
80	0.14	210.0	210	11°28'
90	0.13	277.3	275	19°06'
100	0.12	357.9	360	11°28'

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2003.

$$e = \left(\frac{16.67^2}{9.81 * 110} - 0.15 \right) * 100$$

$$e = 10.76\%$$

Debido a que el peralte necesario en esta curva sobrepasa el valor máximo indicado por el MTOP será necesario colocar la señalización preventiva que indique reducir la velocidad. Por lo tanto, el peralte deberá ser de 10% para todas las curvas de diseño.

3.1.4 Diseño de Pavimento Flexible

3.1.4.1 Transito Equivalente

Para el diseño de la carretera es necesario calcular el número de ejes equivalentes (ESAL) en base al TPDA, para esto:

$$ESAL = TPDA * Fc * Fd * Fp * Fvp * 365 * n$$

Donde:

TPDA: Trafico promedio diario Anual de cada tipo de vehículo pesado.

Fc: Factor de conversión a ejes equivalentes de cada tipo de vehículo.

Fd: Factor de distribución direccional.

Fp: Factor de porcentaje de carril de diseño.

Fvp: Factor de crecimiento de volumen de tránsito.

n: Número de años del periodo de diseño (20 años)

Tabla 51. Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo.

Tipo de Eje	EE
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P/6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P/8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje ruedas simples) (EETA1)	$EETA1 = [P/13]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P/13.3]^{4.1}$

Eje Trídem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje ruedas simples) (EETR1)	$EETR1 = [P/16.6]^{4.1}$
Eje Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P/17.5]^{4.1}$

Nota: Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003.

Cálculo del Factor camión para el vehículo C2

$$EE_{ES1} = \left[\frac{P}{6.6}\right]^{4.1}$$

$$EE_{ES1} = \left[\frac{7}{6.6}\right]^{4.1}$$

$$EE_{ES1} = 1.27$$

$$EE_{ES2} = \left[\frac{P}{8.2}\right]^{4.1}$$

$$EE_{ES2} = \left[\frac{11}{8.2}\right]^{4.1}$$

$$EE_{ES2} = 3.33$$

$$F_{vp} = 1.27 + 3.33$$

$$F_{vp} = 4.61$$

Cálculo del Factor carril y factor direccional

Tabla 52. Factor direccional y factor carril.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)
1 calzada	1 sentido	1	1	1
	1 sentido	2	1	0.8

	1 sentido	3	1	0.6
	1 sentido	4	1	0.5
	2 sentidos	1	0.5	1
	2 sentidos	2	0.5	0.8
2 calzadas con separador central	2 sentidos	1	0.5	1
	2 sentidos	2	0.5	0.8
	2 sentidos	3	0.5	0.6
	2 sentidos	4	0.5	0.5

Nota: Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003.

Para una calzada de 2 sentidos con 1 carril por sentido se usará un Factor de conversión a ejes equivalentes (F_c) de 0.5, un Factor de distribución direccional (F_d) de 1 y un Factor de porcentaje de carril de diseño (F_p) de 1.

Reemplazando en la fórmula de ESAL se obtiene:

Ecuación 13. Cálculo de ejes equivalentes para los buses B3-1.

$$EE_{\text{día-carril-buses}} = TPD * F_c * F_d * F_p * F_{vp}$$

$$EE_{\text{día-carril-buses}} = 47 * 0.5 * 1 * 1 * 3.62$$

$$EE_{\text{día-carril-buses}} = 85.07$$

Ecuación 14. Cálculo de ejes equivalentes para los camiones C2.

$$EE_{\text{día-carril-C2}} = TPD * F_c * F_d * F_p * F_{vp}$$

$$EE_{\text{día-carril-C2}} = 78 * 0.5 * 1 * 1 * 4.61$$

$$EE_{\text{día-carril-C2}} = 179.79$$

Ecuación 15. Cálculo de ejes equivalentes para los camiones C3.

$$EE_{\text{día-carril-C3}} = TPD * F_c * F_d * F_p * F_{vp}$$

$$EE_{\text{día-carril-C3}} = 28 * 0.5 * 1 * 1 * 4.73$$

$$EE_{\text{día-carril-C3}} = 66.22$$

Ecuación 16. Cálculo de ejes equivalentes para los camiones T3S3.

$$EE_{\text{día-carril-T3S3}} = TPD * Fc * Fd * Fp * Fvp$$

$$EE_{\text{día-carril-T3S3}} = 19 * 0.5 * 1 * 1 * 8.90$$

$$EE_{\text{día-carril-T3S3}} = 84.55$$

Ecuación 17. Cálculo de factor de crecimiento acumulado.

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$$Fca = \frac{(1 + \frac{2.48}{100})^{20} - 1}{\frac{2.48}{100}}$$

$$Fca = 25.29$$

Ecuación 18. Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 ton.

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2ton} = \sum [EE_{\text{día-carril-Acumulado}} * Fca * 365]$$

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2ton} = [(85.07 + 179.79 + 66.22 + 84.55) * 25.29 * 365]$$

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2ton} = 3836618.186$$

Ecuación 19. Cálculo de ESAL acumulado.

$$EE_{\text{día-carril-Acumulado}} = \sum [EE_{\text{día-carril}}] * \text{Número de eventos por año}$$

$$* \text{Número de carreras por evento}$$

$$EE_{\text{día-carril-Acumulado}} = (85.07 + 179.79 + 66.22 + 84.55) * 48 * 5$$

$$EE_{\text{día-carril-Acumulado}} = 99751.2$$

3.1.4.2 Nivel de Confiabilidad [%R]

El MTOP establece niveles de confiabilidad según el tipo de vía y la zona en la que se desee diseñar la carretera.

Tabla 53. Nivel de confiabilidad para una carretera.

Tipo de Vía	Niveles	
	Urbana	Rural
Carreteras interestatales y autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 – 95
Vías colectoras	80 – 95	75 – 95
Vías locales	50 - 80	50 - 80

Nota: Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003.

Según los datos de la tabla mostrada anteriormente se seleccionó un nivel de confiabilidad del 80% correspondiente a una vía local en zona urbana y un Zr de 0.841.

3.1.4.3 Desviación estándar [So]

El MTOP establece valores de desviación estándar según el tipo de pavimento a diseñar y si es una construcción nueva o una sobre capa.

Tabla 54. Desviación estándar para el diseño de pavimentos.

Proyecto de pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción Nueva	0.45	0.35
Sobre capas	0.50	0.40

Nota: Norma del diseño geométrico de carreteras, 2003.

Considerando que el diseño se realiza para una construcción nueva utilizando pavimento flexible se usara un valor de 0.45.

3.1.4.4 Niveles de Serviciabilidad [Po, Pt]

La AASHTO 93 considera un nivel de Serviciabilidad inicial (Po) y un nivel de Serviciabilidad final (Pt), esto basado en la sensación de comodidad y confort que se siente al momento de transitar en un vehículo sobre dicha carretera.

Tabla 55. *Parámetros de Serviciabilidad.*

Parámetro	Valores típicos
Serviciabilidad inicial (Po)	4.2 – 4.5 (pavimento nuevo)
Serviciabilidad final (Pt)	2.0 – 2.5 (nivel mínimo aceptable)

Nota: Diseño de pavimentos AASHTO, 1993.

Considerando el uso que se le dará a la carretera se considerará un nivel de Serviciabilidad inicial de 4 y un nivel de Serviciabilidad final de 2.

3.1.4.5 Módulo Resiliente [MR]

El módulo resiliente es un parámetro que mide la rigidez elástica de un material bajo cargas constantes, expresada en libras por pulgada cuadrada (psi), según la AASHTO este parámetro se usa para el diseño de la subrasante, subbase y base.

Para el cálculo de este parámetro se emplea la siguiente fórmula:

$$M_r = 1500 * CBR$$

Tomando en cuenta que en los ensayos de laboratorio se obtuvieron dos valores de CBR en las 4 calicatas tenemos que:

$$M_r = 1500 * 5$$

$$M_r = 7500 [psi]$$

Ecuación 20. Ecuación para el cálculo de número estructural.

$$\log W_{18} = Z_R * S_O + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_r) - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el periodo de diseño.

Z_R : Desviación estándar normal.

S_O : Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural.

ΔPSI : Diferencia entre índice de servicio inicial y final.

M_r : Modulo resiliente (en libras por pulgada cuadrada)

SN: Numero estructural

Ecuación 21. Número estructural para el módulo resiliente de 51.71 MPa.

$$\log(99751.2) = 0.841 * 0.45 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} +$$

$$2.32 \log(51.71) - 8.07$$

$$SN = 5.534$$

3.1.4.6 Espesores de pavimento en base al número estructural [SN]

Para el diseño de las capas del pavimento se utilizó un Excel programado en el cual se ingresaron los datos obtenidos en las ecuaciones anteriores y tomando en cuenta el numero estructural se calcularon los espesores del pavimento.

Figura 32. Detalles del diseño de las capas de la estructura del pavimento para un CBR de 5%.

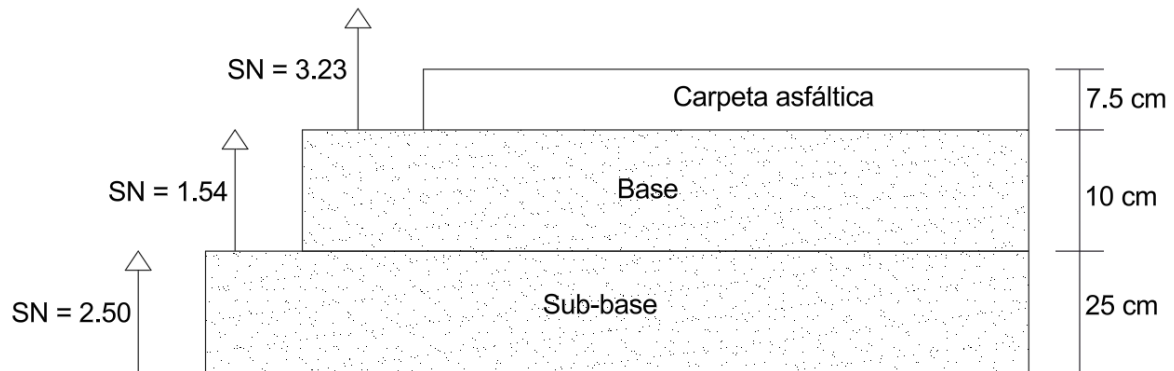
Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico Método AASHTO-93				
Pavimentos Concesión X Carretera de acceso a pista automovilística Período de diseño: 20 años				
Datos de Diseño:				
1.	Tránsito: EE acumulados a 20 años	99.751		
2.	Suelo de Fundación: CBR	5,0	%	
Datos de Proyecto:				
3.	Nivel de Confiabilidad (R)	80,0%	%	
4.	Desviación Normal (So)	0,45		
5.	Índice de Serviciabilidad Inicial (pi)	4,00		
6.	Índice de Serviciabilidad Final (pf)	2,00		
Cálculo Parámetros Fórmula AASHTO-93:				
7.	Variación Índice de Serviciabilidad (DPSI)	2,0		
8.	Módulo Resiliente Subrasante (Mr)	51,7	MPa	
9.	Coefficiente de Confiabilidad	0,841		
10.	Cálculo del Número Estructural Requerido:			
	NE Requerido para estructura	5,534	cm.	
	NE Requerido para carpeta asfáltica	2,246	cm.	
11.	Diseño Estructura de Pavimento:			
11.1	Coefficiente Estructural:		ai	mi
Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N			0,43	
Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N			0,41	
Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N			0,33	
Capa 4: Base Granular Estabilizada, CBR min. 80%			0,14	1,10
Capa 5: Subbase Granular, CBR min. 40%			0,10	1,00
11.2	Diseño de Espesores:	Espesor (cm)	ai	mi
	Capa 1	7,5	0,43	
	Capa 2	0,0	0,41	
	Capa 3	0,0	0,33	
	Capa 4	10,0	0,14	1,10
	Capa 5	25,0	0,10	1,00
		42,5	N.E. Estruct.	
			N.E. Asf.	
				7,27
				3,23
				OK
				OK

Figura 33. Verificación de las capas del pavimento a diseñar para un CBR de 5%.

VERIFICACION AASHTO 93 DISEÑO MODIFICADO (valores ai)									
				R		zr			
CBR suelo	5,00	R	80,0%		90		1,285		
Zr	0,841	Zr*So	0,378450		85		1,035		
So	0,450	SN+1	4,501107		80		0,841		
Pi	4,0	Δ PSI	-0,041963	Mr	75		0,674		
Pf	2,0	log(Mr) ...	0,9	51,71	70		0,525		
EE (diseño)	99.751				65		0,385		
		W18	99.767		60		0,253		
SN(Sugerido)	5,534		99.751		55		0,125		
					50		0,000		
SN	5,534	OK	CAPAS	ESPESOR	ai	mi	SN		
			ASF.1	7,5	0,43		3,23		
			ASF.2	0,0	0,41		0,00		
			ASF.3	0,0	0,33		0,00		
			GRA.4	10,0	0,14	1,10	1,54		
			GRA.5	25,0	0,10	1,00	2,50		
			43			TOTAL	7,27		
							OK		
CBR base	80,00	R	80%						
Zr	0,841	Zr*So	0,378450						
So	0,45	SN+1	2,582279			3,13			
Pi	4,00	Δ PSI	-0,004105	Mr					
Pf	2,00	log(Mr) ...	2,8	336,00					
EE (diseño)	99.751								
		W18	100.840						
SN(Sugerido)	2,49		99.751		3,58				
			357.431						
SN	2,496	OK	CAPAS	ESPESOR	ai	mi	SN		
	2,2464		ASF.1	7,5	0,43		3,23		
			ASF.2		0,41		0,00		
			ASF.3		0,33		0,00		
						TOTAL	3,23		
							OK		

Finalmente podemos establecer la disposición de la estructura del pavimento para la carretera tipo III.

Figura 34. Número estructural y espesores del pavimento de diseño.



Tomando en cuenta los espesores obtenidos anteriormente es posible representar la siguiente sección del pavimento.

Figura 35. Subrasante y capas del pavimento de diseño para el tramo dos carriles.

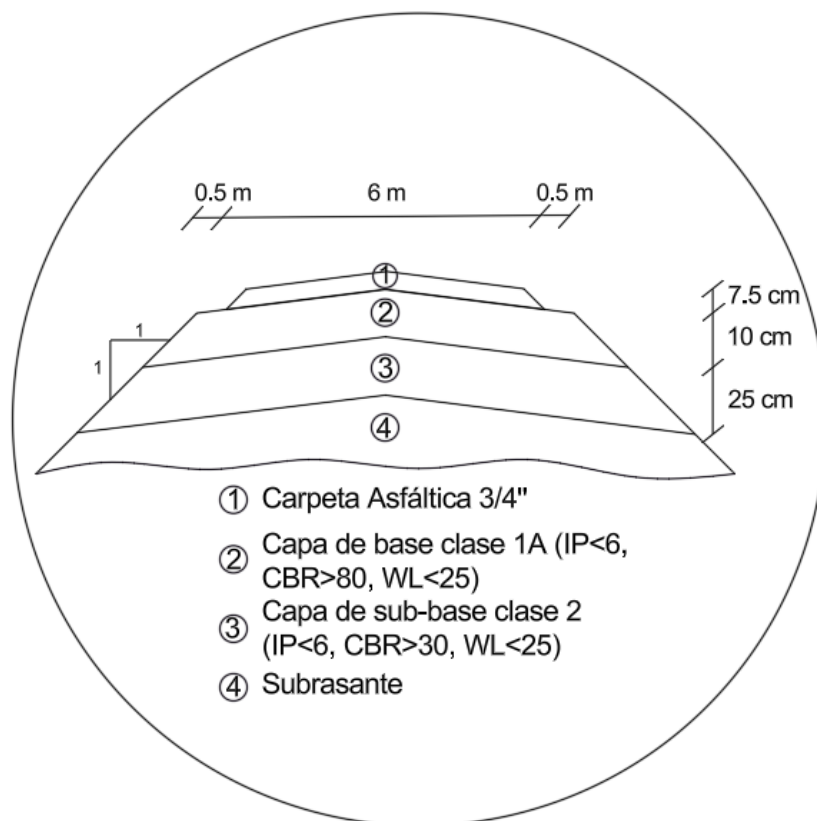
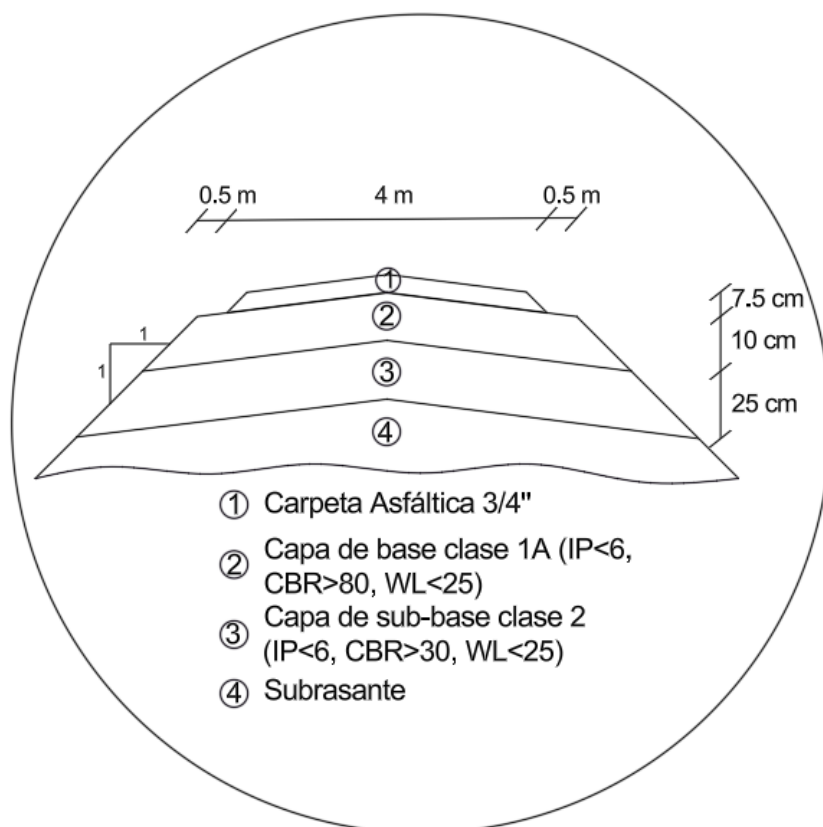


Figura 36. Subrasante y capas del pavimento de diseño para los tramos de un solo carril.



3.1.5 Señalización Vial

Las señalizaciones constituyen elementos fundamentales para la regulación del tránsito vehicular, ya que permiten orientar a los usuarios sobre la ruta que deben seguir para alcanzar su destino. Además, advierten sobre posibles peligros en el entorno y comunican el uso específico de ciertos tramos viales.

Estas se clasifican en dos grandes categorías:

- Señalización horizontal
- Señalización vertical

3.1.5.1 Señalización Horizontal

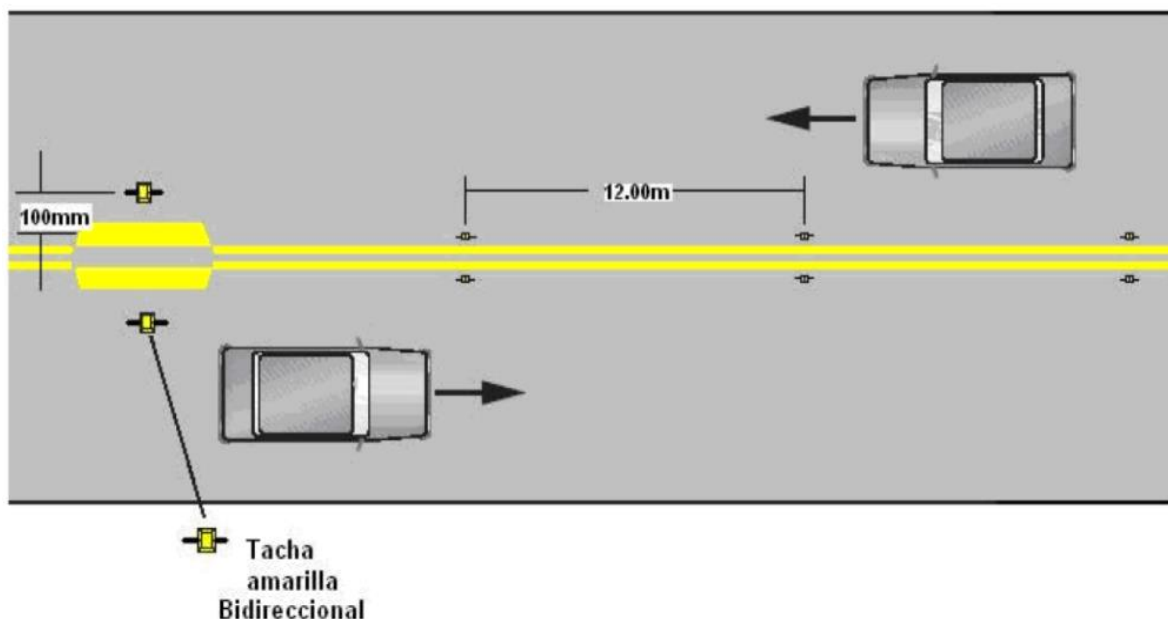
La señalización horizontal comprende todas aquellas marcas como símbolos, líneas y letras que se aplican directamente sobre la superficie del pavimento. Su propósito principal es proporcionar información a los conductores, especialmente sobre las normas que deben

respetar durante la conducción. En el desarrollo del presente proyecto se emplearon los siguientes tipos de señalización:

Marcas longitudinales. Estas líneas indican si un conductor puede o no cruzarlas. Cuando son continuas, representan una restricción: no deben ser atravesadas, lo que implica que está prohibido rebasar o estacionarse en esa área. En cambio, si las líneas son segmentadas, se permite el adelantamiento, siempre que se realice con precaución.

Este tipo de señalización suele estar conformado por dos líneas continuas, que también indican el sentido del flujo vehicular. Por ello, se utilizan frecuentemente como ejes viales en zonas donde no se ha instalado un parterre central o drenaje superficial. Se caracterizan por su color amarillo, el cual las distingue de otras líneas divisorias del pavimento.

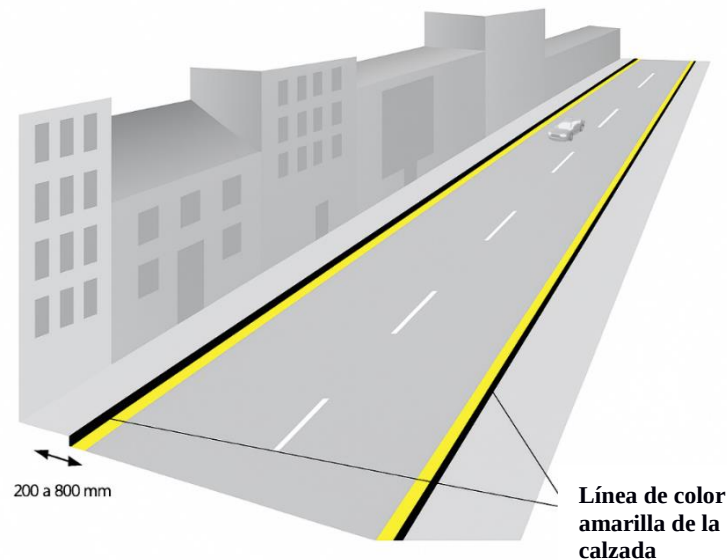
Figura 37. Líneas continuas. Fuente: (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013).



Marcas de separación de bordes. Estas líneas tienen como objetivo principal indicar a los conductores el límite entre la calzada y el espaldón. En ciertos casos, especialmente en vías sin espaldones, también señalan la transición entre la calzada y el inicio del talud. Se

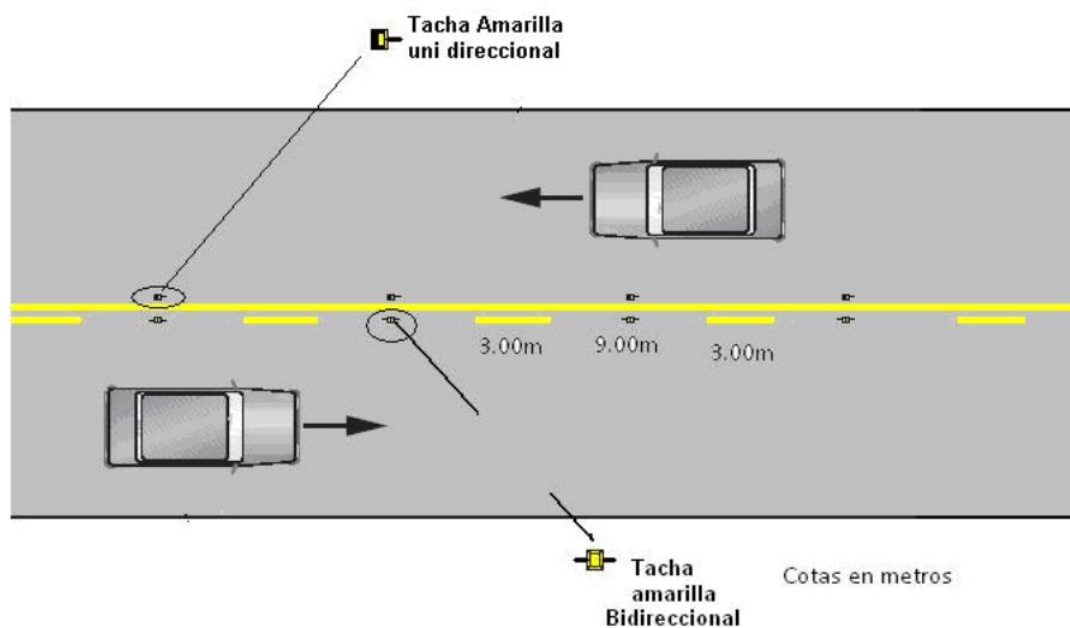
caracterizan por ser líneas continuas de color blanco; sin embargo, cuando no existen parterres centrales, se utiliza el color amarillo para diferenciarlas.

Figura 38. Línea de separación de bordes (color amarillo).



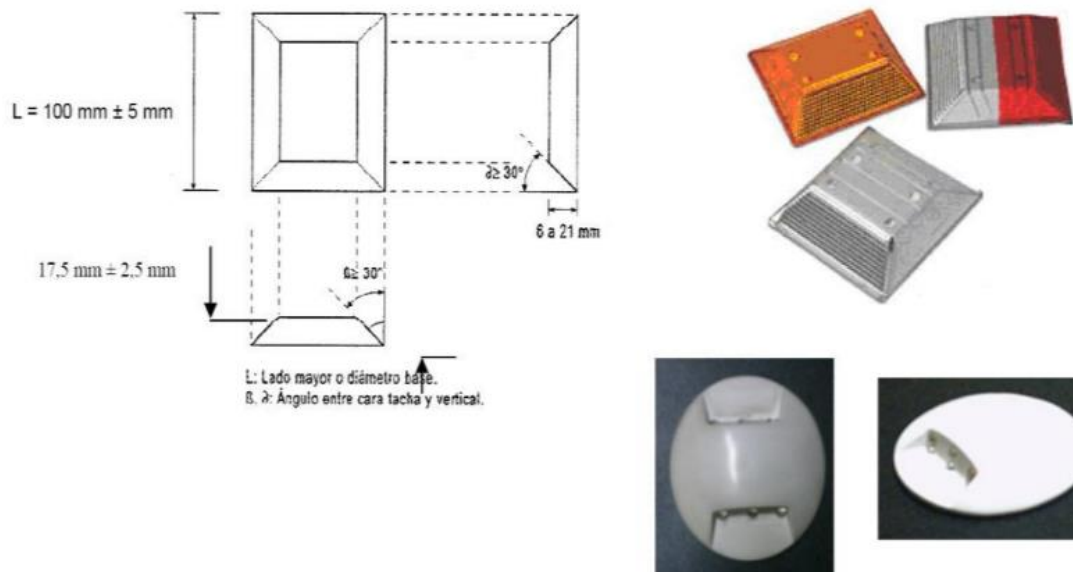
Doble línea mixta. Está compuesta por dos líneas amarillas paralelas: una continua y otra segmentada. Ambas tienen un ancho mínimo de 100 mm y están separadas por una distancia de 100 mm. Cuando las condiciones de seguridad lo permiten, los vehículos pueden cruzar desde el lado de la línea segmentada para efectuar adelantamientos; sin embargo, está prohibido hacerlo desde el lado de la línea continua.

Figura 39. Doble línea mista y segmentada.



Señalización complementaria, demarcadores o tachas. En este tipo de señalización, se deben considerar las dimensiones específicas de las tachas. El lado de mayor longitud debe medir 100 mm, con una tolerancia de ± 5 mm. En cuanto a la altura, esta debe ser de 17.5 mm, permitiéndose una variación de ± 2.5 mm. Además, es importante que los ángulos formados entre sus lados no superen los 60° .

Figura 40. Doble línea mista y segmentada.



3.1.5.2 Señalización Vertical

Ofrecen una circulación segura tanto para los conductores como para los peatones, y están colocadas a una altura que permite su fácil visualización por parte de los usuarios de la vía. Estas señales están fabricadas con placas metálicas y se instalan sobre postes, estructuras o en zonas cercanas a la vía, según la función que cumplan. En el presente proyecto se consideran los siguientes tipos:

Señales regulatorias. Estas señales imponen una obligación a los conductores.

Señales de serie de movimiento y dirección.

- **Propósito:** Indican la obligación de los conductores de circular solo en la dirección que muestran las flechas.
- **Una Vía.**
 - **Códigos:** R2-11 (izquierda) o R2-1D (derecha)
 - **Propósito:** Obligan a los conductores a circular solo en la dirección indicada por la flecha.

- **Características:** Tienen fondo y leyenda en negro, con la flecha y el borde en blanco retro reflectivo.

Figura 41. Serie de movimiento y dirección izquierda o derecha.



Tabla 56. Parámetros para diseño de señaléticas de movimiento y dirección izquierda o derecha.

Código N°	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y series de letras
R2-1A (I o D)	900 X 300	100 cm
R2-1B (I o D)	1350 X 450	140 cm

Señales de control de movimientos obligatorios de carril.

- **Códigos:** R2-15 / R2-15D
- **Propósito:** Se emplean para indicar al conductor la obligación de seguir la dirección indicada por la flecha.
- **Características:** Tienen un fondo de color blanco retro reflectivo, con la flecha, las letras y el borde (orla) en color negro mate.

Figura 42. Señales de control de movimiento de carril.

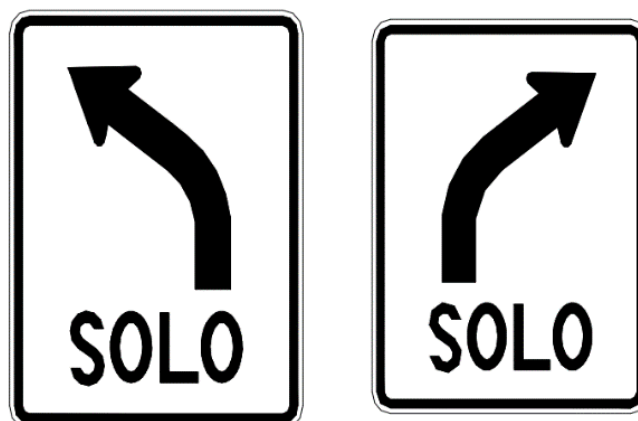


Tabla 57. Parámetros para diseño de señaléticas de control de movimientos obligatorios de carril.

Código N°	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y series de letras
R2-15A (I o D)	300 X 900	140 Da
R2-15B (I o D)	900 X 1200	140 Da

Señales Preventivas. Estas señales advierten a los conductores sobre condiciones peligrosas en la vía.

Curva cerrada

- **Códigos:** P1-11 (izquierda), P1-1D (derecha)
- **Propósito:** Indican la aproximación a curvas con un ángulo de viraje de 90°. Se aconseja que una señal de velocidad (R4-1) acompañe a esta señal.
- **Características:** Fondo amarillo retro reflectivo con símbolo y borde (orla) negros.

Figura 43. Señales para Curva cerrada.

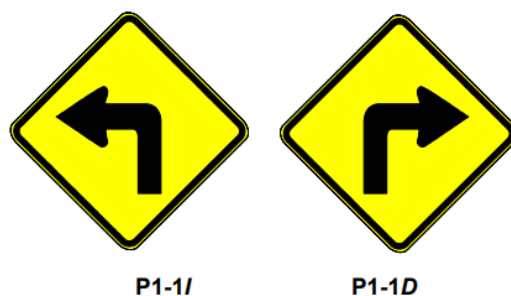


Tabla 58. Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva cerrada.

Código N°	Dimensiones (mm)
P1-1A (I o D)	600 X 600
P1-1B (I o D)	750 X 750
P1-1C (I o D)	900 X 900

Curva abierta

- **Códigos:** P1-21 (izquierda) derecha (P1-2D)
- **Propósito:** Indican la aproximación a curvas abiertas. Pueden complementarse con una señal de velocidad (R4-1) según las circunstancias.
- **Características:** Fondo amarillo retro reflectivo con símbolo y borde (orla) negros.

Figura 44. Señales para Curva abierta.

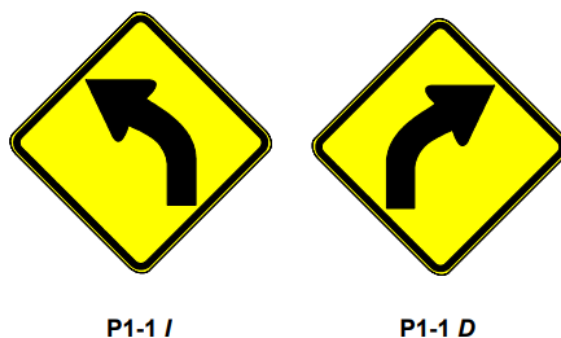


Tabla 59. *Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva abierta.*

Código N°	Dimensiones (mm)
P1-2A (I o D)	600 X 600
P1-2B (I o D)	750 X 750
P1-2C (I o D)	900 X 900

Vía sinuosa.

- **Códigos:** P1-5I (primera a la izquierda), P1-5D (primera a la derecha)
- **Propósito:** Previenen al conductor sobre la existencia de tres o más curvas sucesivas y opuestas (tipo "S"). Se usan cuando las tangentes que separan las curvas son menores a 120 m. La flecha debe indicar la dirección de la primera curva.
- **Información adicional:** Si el tramo sinuoso es mayor a 1 km, debe añadirse una señal complementaria (P7-5).
- **Características:** Fondo amarillo retroreflectivo con símbolo y borde (orla) negros.

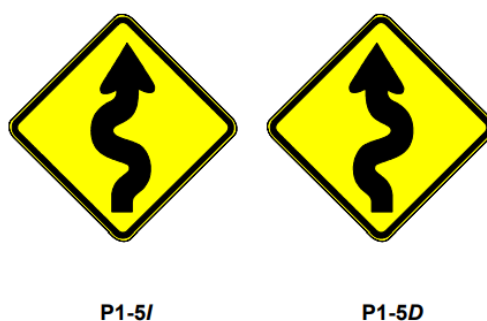
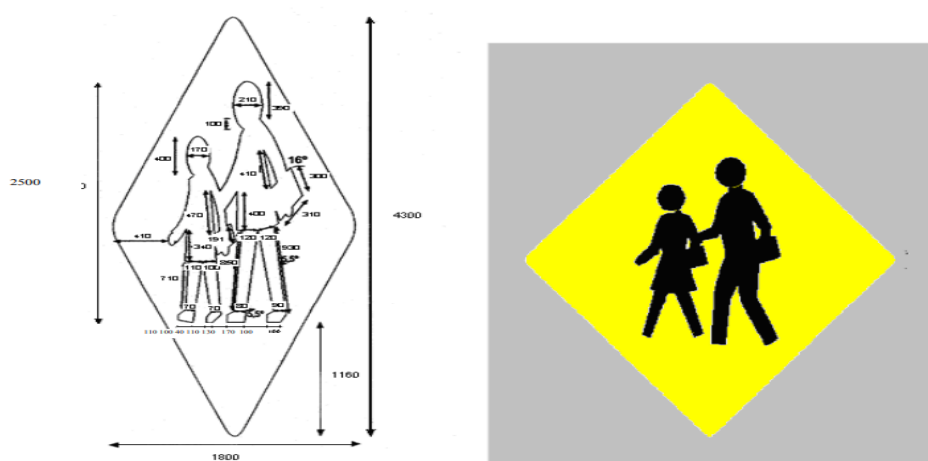
Figura 45. *Señales para Curva sinuosa.*

Tabla 60. Parámetros para diseño de señaléticas de control de Curva sinuosa.

Código N°	Dimensiones (mm)
P1-5A (I o D)	600 X 600
P1-5B (I o D)	750 X 750
P1-5C (I o D)	900 X 900

Señal de zona de escuela

- **Código:** P6-3
- **Propósito:** Identificación de zonas escolares, advierte sobre posible presencia de niños o estudiantes.
- **Uso:** Se utiliza siempre que exista un cruce escolar solo en vías con velocidad ≤ 50 km/h o tras señal previa de reducción de velocidad.
- **Características:** fondo amarillo retro reflectivo, símbolo y orla de color negro, múltiples tamaños disponibles según normativa.

Figura 46. Señal zona de escuela.

Descenso pronunciado

- **Código:** P6-4
- **Propósito:** Advierte sobre la aproximación a una pendiente superior al 10%.
Se debe instalar según las longitudes especificadas en la tabla 7.2.
- **Características:** Fondo amarillo retro reflectivo con símbolo y borde (orla) negros.

Figura 47. Señal descenso pronunciado.



P6-4/

Tabla 61. Parámetros para diseño de señaléticas de descenso pronunciado.

Pendiente (%)	Longitud “A” (m)	Longitud “B” (m)
6	$L < o = 500$	$L < o = 2000$
7	$L < o = 300$	$L < o = 1200$
8	$L < o = 200$	$L < o = 800$
9	$L < o = 150$	$L < o = 600$
10	$L < o = 130$	$L < o = 520$
11 o mas	$L < o = 120$	$L < o = 480$

Delineador de cambio de alineamiento horizontal.

- **Código:** D6-2 (I o D)
- **Propósito:** Se utiliza para indicar el cambio de rasante o inclinación que debe seguir el conductor en el sentido de la circulación. Se usa en radios de curvas abiertas.

Figura 48. Señales de cambio de alineamiento horizontal.

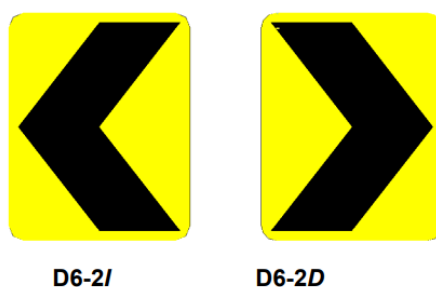


Tabla 62. Parámetros para diseño de señaléticas de cambio de alineamiento Horizontal.

Código N°	Dimensiones (mm)
D6-2A (I o D)	600 x 750
D6-2B (I o D)	750 x 900
D6-2C (I o D)	900 x 1200

Señal de PARE

- **Código:** R1-1 (variantes: R1-1A, R1-1B, R1-1C)
Propósito: Ordenar al conductor que detenga completamente el vehículo antes de ingresar a una intersección y reanude la marcha solo cuando existan condiciones seguras.

- **Uso:** Se instala en intersecciones donde una vía tiene prioridad sobre otra. Se coloca en el lado derecho, y en vías unidireccionales con más de un carril o visibilidad reducida, debe duplicarse al lado izquierdo o aumentarse de tamaño.
- **Características:** Forma octagonal en letras blancas retroreflectivas de fondo rojo retroreflectivo

Figura 49. Señal de PARE.



Tabla 63. Parámetros para diseño señal de PARE.

Código N°	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1-1A	600 × 600 mm	200 Ca
R1-1A	750 × 750 mm	240 Ca
R1-1A	900 × 900 mm	280 Ca

3.1.6 Movimiento de tierra

El movimiento de tierra forma parte esencial de las actividades preliminares en la ejecución del proyecto vial, ya que permite adecuar el terreno natural a las condiciones geométricas requeridas para la estructura del pavimento flexible.

Para este diseño, se contemplan tres tramos específicos que requieren excavación:

- Tramo de entrada: 100 metros de longitud, 4 metros de ancho y 0,70 metros de profundidad.
- Tramo de salida: 100 metros de longitud, 4 metros de ancho y 0,70 metros de profundidad.
- Tramo final (nueva vía): 327,74 metros de longitud, 6 metros de ancho y 0,70 metros de profundidad.

Los primeros dos tramos corresponden a las secciones de entrada y salida del diseño vial, las cuales permiten conectar adecuadamente con la carretera principal existente que atraviesa el sector de Calera Chica. En estos puntos, el movimiento de tierra es requerido para nivelar y adaptar la rasante del diseño geométrico, asegurando una transición continua y segura con la vía actual. Su ejecución permitirá generar el empalme necesario entre el nuevo tramo proyectado y la infraestructura vial ya establecida.

El tercer tramo, con una longitud de 327,74 metros y mayor sección, representa la zona de conexión directa con el terreno adquirido por el Club Automovilístico de Piñas (CAPI). Esta área no presenta ninguna vía existente, por lo cual se requiere la apertura total del terreno mediante excavación y limpieza, permitiendo así la formación del cuerpo de la vía desde su base, conforme a los lineamientos del diseño con pavimento flexible.

Cabe destacar que, en base a los resultados del estudio de suelos detallado en el capítulo 2, no se requiere la remoción total del suelo natural. Las calicatas ejecutadas evidencian que el

terreno presenta material con buenas propiedades mecánicas, suficiente capacidad portante y condiciones favorables para ser utilizado como subrasante estructural. No obstante, la excavación puntual en los tramos mencionados es indispensable por razones técnicas de ajuste altimétrico, conectividad funcional y formación del paquete estructural de la vía.

3.1.7 Diseño de drenaje superficial

3.1.7.1 Drenaje vial

La carretera de acceso requerirá un diseño adecuado de drenaje superficial, con el objetivo de garantizar condiciones seguras de circulación ante eventos de precipitación propios de la zona. La correcta gestión del escurrimiento pluvial es fundamental para evitar la acumulación de agua sobre la calzada y reducir el riesgo de incidentes viales.

3.1.7.2 Drenaje superficial

El sistema de drenaje superficial deberá ser implementado a lo largo del borde interior de la carretera, considerando que el diseño geométrico contempla un peralte con pendiente del 10%, dirigido hacia el centro del área de trabajo. Debido a esta disposición, se recomienda el uso de cunetas rectangulares provistas de rejillas, con el fin de evitar accidentes por pérdida de estabilidad en los vehículos al momento de circular, en caso de que se encuentren con cunetas abiertas.

Para la determinación de las dimensiones de estas cunetas se aplicará el Método Racional, el cual requiere como parámetros principales la pendiente longitudinal de la vía y el caudal estimado. Este método se basa en la siguiente expresión matemática:

$$Q = \frac{CIA}{360} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia [mm/h]

A: Área de aportación [m²]

Para obtener el valor de intensidad de lluvia se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P_{\max}}{\text{Hora}} \left[\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right]$$

Donde:

P_{max}: Precipitación máxima en un día (obtener del INAHMI)

Hora: 24 horas

Con base en los registros de la Estación Meteorológica Piñas M0773, proporcionados por el INAMHI, se determinó que la precipitación máxima registrada en un solo día alcanzó un valor de 99,5 mm, lo que permitió calcular una intensidad promedio de lluvia de 4,15 mm/h para efectos de diseño hidrológico.

$$I = \frac{99.5}{24} = 4.14 \left[\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right]$$

Para el cálculo del caudal de diseño, se establecen los valores correspondientes al coeficiente de escorrentía y al área de aportación. Esta última se determina a partir de la longitud de la carretera, estimada en 1858,71 metros, y un ancho efectivo de escurrimiento de 12 metros, lo que resulta en un área total de 22 304,52 m². Por su parte, el valor del coeficiente de escorrentía se define mediante tablas de referencia, las cuales vinculan las características de la superficie con el período de retorno seleccionado para el análisis hidrológico.

Tabla 63. Coeficientes de escorrentía - Método Racional

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.							
Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con Autorización.

Dado que la superficie de la carretera será conformada por una carpeta asfáltica y se ha considerado un período de retorno de 20 años, se adopta un coeficiente de escorrentía de 0,90, conforme a los rangos establecidos en literatura técnica. Con los parámetros previamente definidos, se procede al cálculo del caudal de escorrentía mediante la aplicación de la ecuación X, obteniéndose los siguientes resultados:

$$Q = \frac{0.9 * 4.14 * 22304.52}{360} = 0.2311 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Una vez determinado el caudal de escorrentía, se procede a aplicar las ecuaciones de Manning con el fin de calcular el tirante hidráulico (y) correspondiente al flujo dentro de la cuneta. Para ello, se utilizan las siguientes expresiones matemáticas:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{b * y}{b + 2y}$$

Donde:

n: Número de rugosidad de Manning

A: Área de cuneta

Rh: Radio hidráulico

S: Pendiente Longitudinal

b: Ancho de fondo

y: Tirante de flujo de agua

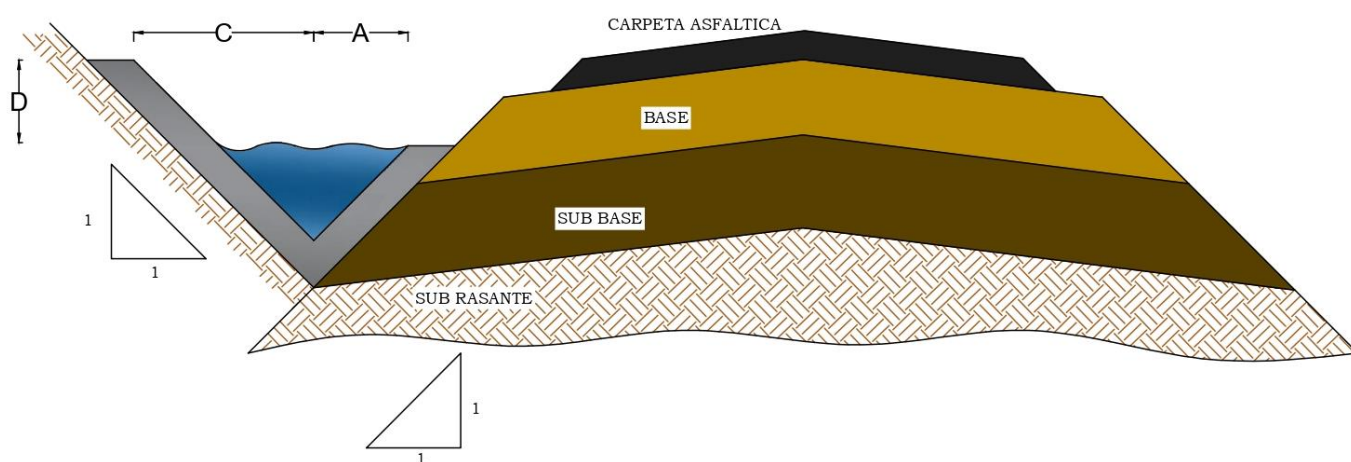
La determinación del ancho de fondo de la cuneta se realiza con base en una tabla de referencia que establece los valores mínimos requeridos en función de la precipitación media anual de la zona, garantizando así un diseño adecuado para las condiciones hidrológicas del área del proyecto.

Tabla 64. Dimensiones mínimas de cuneta según la precipitación de la zona.

Región	Profundidad (d) mts.	Ancho (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Húmeda (De 400 a < 1600 mm/año)	0.30	0.75

Lluviosa (de 1600 a < 3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Figura 50. Diseño de cuneta.



Según los datos meteorológicos del INAHMI, se ha registrado una precipitación media anual de 33.43 mm. Con base en este valor, se ha determinado un ancho mínimo de cuneta de 50 centímetros. Respecto al coeficiente de rugosidad de Manning, su valor se establece en 0.013, lo cual corresponde al material de concreto seleccionado para la construcción de las cunetas.

Tabla 65. Coeficientes de Rugosidad de Manning según el Material.

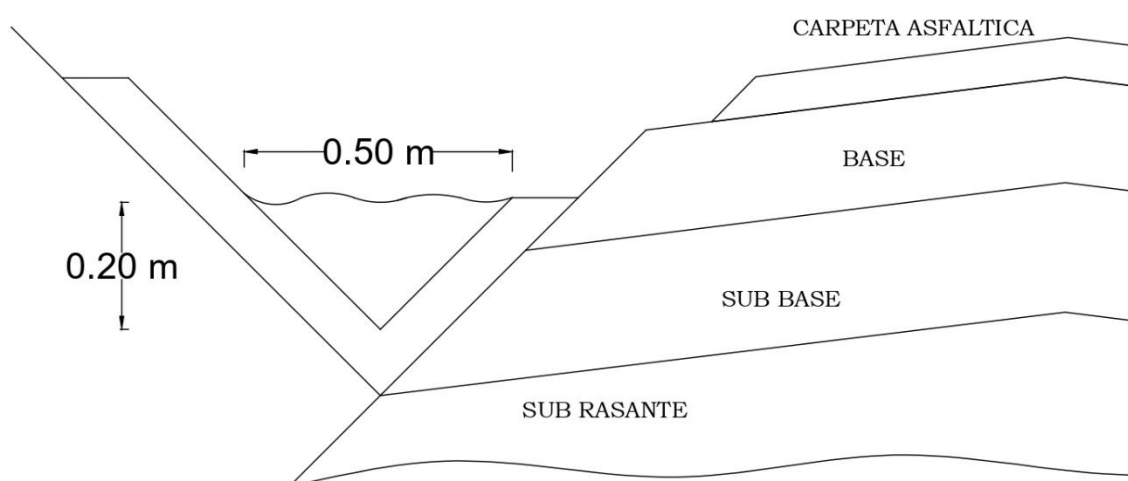
Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
Tubería hierro forjado negro comercial	0.012	0.013	0.014	0.015
Tubería fierro forjado galvanizado comercial	0.013	0.014	0.015	0.017
Tubería de latón o vidrio	0.009	0.010	0.011	0.013
Tubería acero remachado en espiral	0.013	0.015*	0.017*	
Tubería de barro vitrificado	0.010	0.013*	0.015	0.017
Tubos comunes de barro para drenaje	0.011	0.012*	0.014*	0.017
Tabique vidriado	0.011	0.012	0.013	0.015
Tabique con mortero de cemento; albañiles de tabique	0.012	0.013	0.015*	0.017
Superficies de cemento pulido	0.010	0.011	0.012	0.013
Superficies aplanadas con mortero de cemento	0.011	0.012	0.013*	0.015
Tuberías de concreto	0.012	0.013	0.015*	0.016
Tuberías de duela	0.010	0.011	0.012	0.013
<i>Acueductos de tablón:</i>				
Labrado	0.010	0.012*	0.013	0.014
Sin labrar	0.011	0.013*	0.014	0.015
Con astillas	0.012	0.015*	0.016	
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
Superficie de mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueducto semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueducto semicirculares	0.0225	0.025	0.0275	0.030

Para determinar el tirante máximo, se utilizaron las pendientes obtenidas del diseño de curvas verticales. El procedimiento consistió en realizar un cálculo individual para cada una de las pendientes representativas, seleccionando posteriormente el tirante de mayor valor. Considerando las 9 pendientes longitudinales del proyecto, se seleccionaron la pendiente mínima (5%), la pendiente media (15%) y la pendiente máxima (20%) como valores de referencia. La Tabla X presenta los valores de las pendientes y los tirantes correspondientes, los cuales fueron calculados mediante las ecuaciones Y y Z.

Tabla 66. Valores Calculados de Tirante.

Pendiente (S)	Tirante (y) aproximado
5%	0.23 m
15%	0.22 m
20%	0.21 m

Conforme a los resultados presentados, el valor máximo del tirante calculado es de 21 centímetros. No obstante, en la Tabla 63 se establece que la profundidad o tirante mínimo es de 20 centímetros. Por lo tanto, con el propósito de simplificar el diseño y los cálculos, se ha adoptado este valor mínimo, resultando en una cuneta con una profundidad de 20 centímetros y un ancho de 50 centímetros.

Figura 51. Dimensione para diseño de cuneta.

3.1.8 Diseño de alcantarilla

El diseño de la alcantarilla constituye un elemento esencial dentro de la infraestructura vial, cuyo objetivo es permitir el paso controlado de flujos de agua a través del terraplén de la carretera, evitando acumulaciones y daños en la estructura. La presente alcantarilla descargará directamente en una quebrada ubicada al margen del proyecto, por lo que se han considerado criterios hidráulicos, estructurales y de durabilidad. La estructura estará conformada por tubería circular de hormigón armado, con un diámetro interior mínimo de 0,30 m (300 mm), con refuerzo de acero corrugado conforme a la norma ASTM A615, dispuesta para resistir cargas de tránsito vehicular y cargas de relleno. El diseño incluye cabezales de entrada y salida en hormigón simple, así como protección en la descarga mediante enrocado (rip-rap) para evitar erosión local.

3.1.8.1 *Análisis Hidrológico e Hidráulico*

El análisis se desarrolló mediante el Método Racional, considerando los parámetros característicos de la zona:

- Área de aportación (A): 22 304,52 m²
- Coeficiente de escorrentía (C): 0,90 (superficie asfaltada y cunetas)
- Intensidad de precipitación (i): 4,15 mm/h (dato de la estación meteorológica Piñas M0773 – INAMHI)
- Pendiente de cunetas: 1 % como valor mínimo de diseño
- Sección de cuneta: Triangular, 0,50 m de ancho superior y 0,20 m de profundidad

El caudal de diseño se calculó de la siguiente forma:

$$Q = \frac{C * i * A}{3600000} = \frac{0.0231m^3}{s}$$

Con el caudal obtenido, se verificó que la cuneta triangular existente es capaz de conducir el flujo sin sobrepasar su capacidad, incluso en pendientes del 1 %. Para el dimensionamiento de la alcantarilla se utilizó la ecuación de Manning para tuberías circulares de hormigón ($n = 0,013$), resultando que el diámetro mínimo hidráulico requerido es inferior a 0,20 m; sin embargo, por criterios constructivos y de mantenimiento se adopta un diámetro nominal de 0,30 m.

Se comprobó que, con pendiente mínima de instalación del 1 %, la tubería de Ø 0,30 m puede evacuar caudales de hasta 0,035 m³/s, lo que otorga un margen de seguridad adecuado frente a incrementos de caudal por eventos excepcionales.

3.1.8.2 Criterios de Selección y Dimensionamiento

Para este proyecto se seleccionó una alcantarilla de sección circular fabricada en hormigón armado, debido a su elevada durabilidad, resistencia estructural y capacidad para soportar las cargas vehiculares y de relleno previstas. El diámetro nominal adoptado es de 0,30 m, valor superior al mínimo hidráulico calculado, lo que garantiza un margen de seguridad frente a caudales extraordinarios y facilita las labores de limpieza y mantenimiento. El hormigón empleado será de resistencia $f'c = 28$ MPa, con refuerzo de acero corrugado ASTM A615 grado 60 dispuesto en malla circular y longitudinal conforme a la norma INEN 1344 para tuberías de concreto. La instalación se realizará con una pendiente mínima del 1 % para asegurar un flujo autosuficiente y minimizar riesgos de sedimentación, incorporando un cabezal de entrada en hormigón simple y un dissipador de energía mediante enrocado en la descarga hacia la quebrada, con el fin de prevenir procesos de socavación. Se mantendrá flujo libre en la salida, con bordo libre suficiente para evitar sobrecarga hidráulica, y se contemplará

un plan de mantenimiento periódico que asegure la operatividad y prolongue la vida útil de la estructura.

3.1.8.3 Estructuras Complementarias

Para asegurar la estabilidad a largo plazo del sistema, se diseñan estructuras de protección en la entrada y la salida de la alcantarilla. Estas pueden incluir cabezales de concreto, alas de concreto, y protección de rip-rap (enrocado), que previenen la erosión del terraplén y disipan la energía del flujo de salida. Estas estructuras son vitales para la longevidad y el correcto funcionamiento del sistema de drenaje.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El estudio del impacto ambiental de este proyecto busca detectar y medir los efectos ambientales que causa el diseño de la carretera de acceso de L= 1.25 km en el pueblo Calera Chica mostrado en la figura 2. Los ODS que se tomaran en cuenta para este análisis son:

- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

La evaluación del impacto ambiental para el presente proyecto resulta importante para la creación de un diseño que equilibre en desarrollo de las infraestructuras viales y la conservación de los recursos naturales. Se pueden considerar otras alternativas como el uso de asfalto modificado con caucho a fin de aprovechar los residuos de otras actividades e incorporarlo a la mezcla asfáltica y así poder garantizar un producto más elástico y resistente.

4.2 Línea base ambiental

En la evaluación de impacto ambiental resulta necesario identificar la situación actual de la zona del proyecto a fin de identificar de mejor manera aquellas actividades que generan impactos significativos asociados al suelo, clima y sociedad de estudio.

4.2.1 Condiciones físicas

El pueblo La Calera está ubicado sobre un terreno de tipo montañoso y rodeado de varias fuentes de agua natural.

4.2.1.1 Suelo

Como se demostró en el estudio de suelos realizado en distintos puntos de la zona del proyecto podemos encontrar la presencia de rocas, suelos arenosos y suelos arcillosos. Las

rocas proporcionan una alta resistencia, estabilidad y baja permeabilidad; los suelos arenosos poseen partículas poco cohesivas que son de alta permeabilidad y rápido drenaje; así también, los suelos arcillosos son de alta cohesión, baja permeabilidad y susceptibles a la erosión.

4.2.1.2 *Agua*

En la topografía del terreno mostrada en el plano 1 se puede observar la existencia de una quebrada que en épocas secas forma un pequeño arrollo por el cual circula en dirección a la pendiente natural del terreno, moviéndose desde zonas más altas a zonas más bajas; por lo contrario, en épocas lluviosas la quebrada forma un pequeño riachuelo aumentando el caudal de agua y el nivel freático (IGM, 2025).

4.2.1.3 *Flora y Fauna*

De acuerdo con las inspecciones y encuestas realizadas a los habitantes del pueblo Calera Chica se pudo constatar que en la zona es común encontrar animales de granja entre los más comunes podemos mencionar caballos, gallinas y vacas que realizan sus actividades de pastoreo en los alrededores a la zona del proyecto.

4.2.2 **Condiciones climáticas**

El cantón Piñas perteneciente a la provincia de El Oro tiene un clima templado-húmedo; en zonas bajas es más cálido y despejado y en zonas altas es más fresco y nublado. La temperatura media anual es de 21-22 °C (INAMHI, 2023), pero considerando la variabilidad climática propia del país es importante considerar que:

Tabla 67 *Rango de temperaturas en el cantón Piñas.*

	Mínima [°C]	Máxima [°C]
Meses con mayor temperatura	13	32
Meses con menor temperatura	15	26

Nota: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023.

El cantón tiene precipitaciones anuales de 1500 mm y 2116 mm con lluvias persistentes en los meses de diciembre a mayo considerando al mes de febrero con el más lluvioso y una temporada seca en los meses de julio y agosto.

4.2.3 Condiciones socioeconómicas

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la encuesta de aceptación podemos mencionar que en el pueblo Calera Chica es fácil identificar comunidades rurales agrupadas a los lados de la vía principal del pueblo Calera Chica; las actividades económicas que desarrollan los habitantes de este pueblo son la agricultura, ganadería y comercio directo a los dueños de locales del centro de Piñas.

Según los datos obtenidos en el último censo poblacional (INEN, 2022) la parroquia Piñas tiene 20479 habitantes de los cuales se puede estimar que un 15% reside en el Pueblo Calera Chica, lo que daría un aproximado de 3072 habitantes.

4.3 Actividades del proyecto

Considerando que dentro del proyecto la etapa que conlleva a un mayor índice de contaminación es la de construcción consideraremos las siguientes actividades como representativas en el análisis de impacto ambiental:

Tabla 68 Actividades susceptibles a factores ambientales.

Labor	Actividades	Factor ambiental
Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de vegetación	Cobertura vegetal y biodiversidad
	Control y disposición de residuos	Ruido y vibraciones Seguridad
Movimiento de tierra		Ruido y vibraciones
	Corte y relleno del terreno	Fisiografía / Geomorfología Seguridad
	Excavación de taludes	Ruido y vibraciones
Obras estructurales	Intervención en cauces naturales	Fisiografía / Geomorfología
	Excavación para cunetas y drenaje longitudinal	Ruido y vibraciones Seguridad
		Ruido y vibraciones
	Colocación de material pétreo	Fisiografía / Geomorfología Seguridad
Pavimento	Colocación de base y subbase	Fisiografía / Geomorfología Ruido y vibraciones
	Colocación de mezcla asfáltica	Fisiografía / Geomorfología

4.4 Identificación de impactos ambientales

Es conocido que los proyectos de ingeniería civil generan grandes impactos ambientales desde etapas tempranas por lo que resulta importante establecer la clasificación de cada impacto (positivo o negativo) y así desarrollar en cada etapa del proyecto estrategias que puedan, mitigar, reducir o eliminar dicho impacto según los niveles de afectación que puedan producir. Para dicha identificación se utilizó una lista de revisión.

Tabla 69 Lista de revisión de impactos ambientales.

Element	Factor	Carácter		Duración		Espacio		Recuper	Irrecupe	Juicio
		Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Local	Extenso			
Aire	Calidad del aire									Impacto moderado
	Ruidos y vibraciones		x	x			x	x		o
			x	x		x		x		Bajo impacto

Suelo	Fisiografía/Geo						Impacto
	morfología	x		x	x		significa
	Calidad del					x	tivo
	suelo	x		x	x		Impacto
	Capacidad de	x		x		x	alto
	uso del suelo				x		Impacto
							significa
							tivo
Agua	Disminución de						Impacto
	recurso hídrico	x	x		x	x	medio
	Alteración de	x		x	x		Impacto
	cauces						alto
Flora y Fauna	Eliminación de						Impacto
	vegetación	x		x		x	significa
	Perdida del	x		x		x	tivo
	hábitat				x		Impacto
							significa
							tivo
Social	Afectación a						Impacto
	comunidades	x	x		x	x	moderad
	Mejora en la	x		x		x	o
	conectividad vial						Impacto
							positivo

Interés humano						Impacto moderado
	Estético/Paisajístico	x	x	x	x	
	Arqueológico/histórico	x	x	x	x	Bajo impacto

Tabla 70 Impactos que genera cada actividad del proyecto.

Actividad	Impactos
Remoción de vegetación	Pérdida de biodiversidad
	Erosión del suelo
	Alteración del ciclo hidrológico
	Emisión de CO2
Control y disposición de residuos	Emisión de CO2
	Ruido y vibraciones
Corte y relleno del terreno	Erosión del suelo
	Perdida de hábitat natural
Excavación de taludes	Erosión del suelo
	Aumento del polvo en el aire
	Alteración del paisaje
	Perdida de hábitat natural
Intervención en cauces naturales	Alteración del ciclo hidrológico
	Pérdida de biodiversidad
	Erosión del suelo
	Alteración del flujo hidráulico
	Contaminación del agua
Excavación para cunetas y drenaje longitudinal	Erosión del suelo
	Seguridad
	Generación de residuos solidos

Colocación de material pétreo	Perdida del hábitat natural
	Alteración del paisaje
	Aumento del polvo en el aire
Tránsito de maquinarias y trabajadores	Ruido y vibraciones
	Emisión de CO2
	Generación de plazas de empleo
	Perdida de la biodiversidad
	Perdida del hábitat natural
	Mejora de la conectividad vial
Colocación de mezcla Asfáltica	Contaminación por aceites y combustibles
	Ruido y vibraciones

4.5 Valoración de impactos ambientales

Realizar una valoración de impactos ambientales permite identificar impactos significativos desde la etapa de diseño. Para el estudio del impacto ambiental del diseño de la carretera de acceso tomaremos en cuenta la formula planteada por tito (2020).

$$Imp = W_e * E + W_d * D + W_r * R$$

$$IA = \pm \sqrt{(Imp * |Mag|)}$$

Donde:

Imp: Valor de importancia del impacto ambiental

E: Valor de extensión; W_e : Peso de extensión

D: Valor de duración; W_d : Peso de duración

R: Valor de reversibilidad; W_e : Peso de reversibilidad

IA: Valor de Impacto Ambiental (media geométrica de Imp y Mag).

Mag: Valor de magnitud, (+) se es beneficioso, (-) si es perjudicial.

Tabla 71 Escala de valoración cualitativa.

Características	Puntaje				
	1	2.5	5	7.5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia sobre factor ambiental)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

Nota: Propuesta por Tito, 2020.

Para la valoración del impacto ambiental es necesario definir el peso que cada variable va a tener en cada proyecto en específico. Por lo que, tomando en cuenta que el proyecto se basa en el diseño de una carretera en una zona urbana el peso de la extensión del impacto es de 0.2, el peso de la duración del impacto es de 0.4 y el peso de la reversibilidad del impacto es de 0.4. Es importante mencionar que la suma de estos coeficientes debe ser igual a 1.

Dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 72 Valoración del impacto ambiental.

Elemento	Impacto	E	We	D	Wd	R	Wr	Mag	Imp	IA
Aire	Aumento del polvo en el aire	6	0,2	5	0,4	8	0,4	-7	6,4	6,69
	Emisión de CO2	8	0,2	3	0,4	3	0,4	-6	4	4,90
	Ruido y vibraciones	7	0,2	6	0,4	9	0,4	-8	7,4	7,69
Suelo	Erosión del suelo	8	0,2	7	0,4	9	0,4	-8	8	8,00
	Generación de residuos sólidos	5	0,2	4	0,4	4	0,4	-5	4,2	4,58
Agua	Contaminación del agua	9	0,2	7	0,4	5	0,4	-8	6,6	7,27
	Alteración del flujo hidráulico	6	0,2	7	0,4	7	0,4	-6	6,8	6,39
	Contaminación por aceites y combustibles	7	0,2	8	0,4	8	0,4	-5	7,8	6,24

	Alteración del ciclo hidrológico	8	0,2	7	0,4	9	0,4	-8	8	8,00
	Perdida de la biodiversidad	6	0,2	7	0,4	4	0,4	-7	5,6	6,26
Flora y Fauna	Alteración del paisaje	7	0,2	7	0,4	6	0,4	-6	6,6	6,29
	Perdida del hábitat natural	8	0,2	7	0,4	8	0,4	-7	7,6	7,29
	Seguridad	4	0,2	3	0,4	7	0,4	-4	4,8	4,38
Social	Mejora en la conectividad vial	6	0,2	8	0,4	8	0,4	9	7,6	8,27
Interés humano	Generación de plazas de empleo	8	0,2	8	0,4	5	0,4	8	6,8	7,38

Tabla 73 Calificaciones de la escala de valoración cualitativa.

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del índice de Impacto Ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA \geq 4.5$
Despreciable	$ IA < 4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota: Propuesta por Tito,2020.

Tomando en cuenta la escala de valoración cualitativa según Tito (2020) presentada en la tabla anterior y los valores de Impacto Ambiental obtenidos para cada factor identificado en la lista de revisión tenemos que:

Tabla 74 Calificación del impacto ambiental.

Elemento	Impacto	IA	Calificación del IA
Aire	Aumento del polvo en el aire	6,69	Altamente significativo
	Emisión de CO2	4,9	Significativo
	Ruido y vibraciones	7,69	Altamente significativo
Suelo	Erosión del suelo	8	Altamente significativo
	Generación de residuos solidos	4,58	Significativo
Agua	Contaminación del agua	7,27	Altamente significativo

	Alteración del flujo hidráulico	6,39	Significativo
	Contaminación por aceites y combustibles	6,24	Significativo
	Alteración del ciclo hidrológico	8	Altamente significativo
Flora y Fauna	Perdida de la biodiversidad	6,26	Significativo
	Alteración del paisaje	6,29	Significativo
	Perdida del hábitat natural	7,29	Altamente significativo
Social	Seguridad	4,38	Despreciable
	Mejora en la conectividad vial	8,27	Benéfico
Interés humano	Generación de plazas de empleo	7,38	Benéfico

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Considerando la calificación del Impacto ambiental que causa cada factor antes mencionado es importante definir medidas de prevención o mitigación con el fin de proteger recursos como el agua, el aire, la biodiversidad y la calidad de vida de los habitantes del sector en el que se desarrollara el proyecto. Además, la implementación de estas medidas asegura un proyecto sostenible en el tiempo y adaptable a nuevas tecnologías sin afectar de manera irreversible al medio ambiente.

- **Aumento del polvo en el aire**

Para mitigar la contaminación del aire durante la duración del proyecto resulta factible realizar riegos continuos a los caminos no asfaltados por los que va a circular la maquinaria con el fin de minimizar el levantamiento de polvo. Esta medida también se puede complementar con la reducción de la velocidad de tránsito.

- **Ruidos y vibraciones**

Se implementarán horarios establecidos para la emisión de ruidos con el fin de mitigar el impacto sonoro en las comunidades cercanas, además de exigir a los trabajadores el uso de protección auditiva adecuada que deberá ser proporcionada como equipo de protección personal al iniciar el proyecto.

- **Erosión del suelo**

En el diseño de la carretera se tomará en cuenta la elaboración de taludes que minimicen los riesgos de deslizamientos, erosión y alteración de la topografía natural. Se protegerá el suelo mediante la delimitación de áreas de trabajo y tránsito, evitando la compactación innecesaria de zonas agrícolas o forestales. Además, se implementarán planes de restauración con cobertura vegetal después de la intervención. Esto permite mantener o recuperar la capacidad productiva del suelo afectado.

- **Contaminación de agua**

Para evitar que la mezcla asfáltica u otros aceites contaminen la quebrada que se encuentra atravesando la zona del proyecto será recomendable cubrirlas con geotextiles, barreras o mallas durante el proceso de asfaltado, además de, recoger los residuos de la mezcla asfáltica en contenedores herméticos y almacenarlos lejos de los cuerpos de agua.

- **Alteración del ciclo hidrológico**

Tomando en cuenta que parte de la carretera deberá pasar sobre una quebrada se instalará un sistema de alcantarillado con la capacidad adecuada para evitar desbordamientos y permitir el paso del cauce natural tanto en épocas de altas precipitaciones como en épocas secas.

- **Perdida de hábitat**

Se limitarán las zonas de acceso de maquinaria a espacios no autorizados evitando la deforestación indiscriminada además de la utilización de métodos de bajo nivel invasivo con el fin de reducir la afectación que esta actividad pueda causar al entorno natural.

Tomando en cuenta que los habitantes de las zonas cercanas al proyecto se dedican a la agricultura y ganadería es necesario implementar zonas identificadas como rutas de tránsito frecuente de animales con el fin de evitar accidentes y molestias entre los vehículos que circulan por la carretera de acceso y los habitantes del pueblo Calera Chica.

Capítulo 5

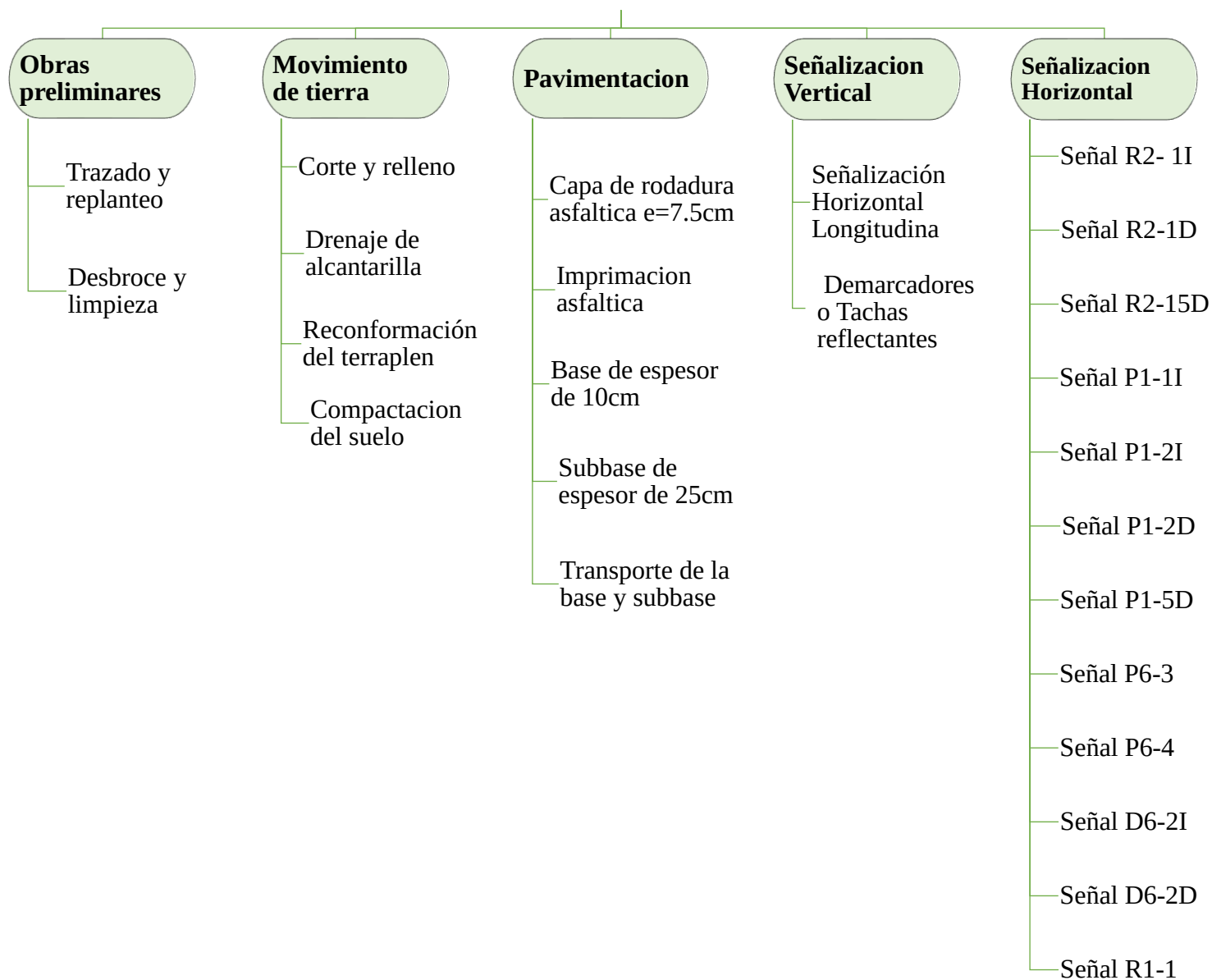
5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Para el desarrollo del presente proyecto, se considera fundamental la elaboración de una Estructura Desglosada de Trabajo, la cual permitirá definir con mayor precisión el alcance de las actividades a ejecutar. Esta se presentará mediante un esquema gráfico que facilite su comprensión. Asimismo, se han desglosado los rubros tomando en cuenta un posible orden de ejecución en obra, con sus respectivas cantidades y precios unitarios, reflejados en el presupuesto general. Dichos rubros corresponden a las partes necesarias para la construcción de la carretera de conexión de 1.25 km que va desde la carretera principal de la parroquia Calera Chica hasta la pista automovilística del cantón Piñas, en la provincia de El Oro.

Figura 52. Diagrama de presupuesto en categorías por rubro.

DESGLOSE DE RUBROS



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

Se definieron los rubros correspondientes a la construcción de la carretera de conexión de 1,25 km hacia la carretera de acceso a la pista automovilística del cantón Piñas, organizándolos de forma secuencial según las etapas del proyecto. Es importante señalar que las partidas consideradas presentan una estructura similar en su composición, siendo el cronograma de ejecución el que marcará las diferencias en los tiempos y fases constructivas. Para cada rubro se elaboró el correspondiente Análisis de Precio Unitario, considerando los recursos necesarios como equipos, mano de obra, materiales y transporte, a fin de obtener una estimación precisa de los costos.

Tabla 75. Cuantificación de rubros.

N°	Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precios Unitarios	Costo total
1		OBRAS PRELIMINARES				
1	1,01	Trazado y replanteo	m2	7936.11	\$ 0.70	\$ 5,555.28
2	1,02	Desbroce y Limpieza	m2	7936.11	\$ 1.21	\$ 9,602.70
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS				
3	2,01	Corte y relleno	m3	201.17	\$ 0.94	\$ 189.10
4	2,02	Drenaje de alcantarilla	m	1247.78	\$78.42	\$ 97,850.91
5	2,03	Reconformación del terraplén	m2	7936.11	\$ 8.95	\$ 71,028.22
6	2,04	Compactación del suelo	m2	7936.11	\$ 1.48	\$ 11,745.45
3		PAVIMENTACION				
7	3,01	Capa de rodadura de mezcla asfáltica en planta de espesor de 7.5 centímetros (con transporte)	m2	7936.11	\$ 11.20	\$ 88,884.48
8	3,02	Imprimación asfáltica, equipo distribuidor de asfalto, escoba mecánica	m2	7936.11	\$ 1.08	\$ 8,571.00
9	3,03	Base de espesor de 10cm	m3	793.61	\$ 23.32	\$ 18,507.02
10	3,04	Subbase de espesor de 25 centímetros	m3	1984.03	\$ 20.82	\$ 41,307.47
11	3,05	Transporte de la base y subbase	m3	2777.64	\$ 0.36	\$ 999.95
4		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				
12	4,01	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintura de tráfico amarilla)	m	2495.56	\$ 0.52	\$1,297.69
13	4,02	Demarcadores o Tachas reflectantes	u	210	\$ 3.55	\$ 745.50

5 SEÑALIZACIÓN VERTICAL						
14	5,01	Señales al lado de la carretera, código R 2-1I (900x300)	u	1.00	\$ 60.01	\$ 60.01
15	5,02	Señales al lado de la carretera, código R 2-1D (900x300)	u	1.00	\$ 60.01	\$ 60.01
16	5,03	Señales al lado de la carretera, código R 2-15D (300x900)	u	1.00	\$ 97.50	\$ 97.50
17	5,04	Señales al lado de la carretera, código P1-1I (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
18	5,05	Señales al lado de la carretera, código P1-2I (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
19	5,06	Señales al lado de la carretera, código P1-2D (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
20	5,07	Señales al lado de la carretera, código P1-5D (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
21	5,08	Señales al lado de la carretera, código P6-3 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
22	5,09	Señales al lado de la carretera, código P6-4 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
23	5,10	Señales al lado de la carretera, código D6-2I (600x750)	u	11.00	\$ 221.00	\$ 2,431.00
24	5,11	Señales al lado de la carretera, código D6-2D (600x750)	u	12.00	\$ 221.00	\$ 2,652.00
25	5,12	Señales al lado de la carretera, código R1-1 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64
Sub Total de Proyecto						\$ 362,142.76
Gastos adicionales (20%)						\$ 72,428.55
Total, de Proyecto						\$ 434,571.32

5.3 Especificaciones Técnicas

5.3.1 Obras preliminares

5.3.1.1 Trazado y replanteo

Descripción

El trazado y replanteo busca garantizar que las obras se ejecuten conforme a los detalles establecidos en el proyecto vial. Entre las características a tomar en cuenta son: ubicación del eje de la vía, ancho de calzada, cunetas y otros elementos establecidos en el plano.

Procedimiento de trabajo

- Revisión detallada de planos topográficos y geométricos del proyecto.
- Verificación de los puntos de control geodésico y referencias altimétricas existentes.
- Instalación de señales de protección y seguridad en la zona de intervención.
- Se empleará estación total, nivel automático, teodolito o GPS diferencial según el caso y se calibrarán previamente los equipos para asegurar precisión.
- El eje será materializado mediante estacas numeradas cada 20m en tramos rectos y cada 10m en curvas horizontales o verticales.
- Se marcarán los puntos críticos como: puntos de intersección, punto de curvatura, punto de tangencia y sobreanchos.
- Se establecerán las secciones transversales, indicando claramente el ancho de la calzada, bermas, cunetas y taludes. En cada estaca del eje se colocarán estacas laterales que representen los bordes de la calzada y el pie de taludes proyectados.
- Se elaborará un informe topográfico con coordenadas y cotas verificadas.

Forma de pago

El pago incluirá costos de mano de obra, transporte, instrumentos, equipos, etc. El pago se realizará por metro lineal (ml).

5.3.1.2 Desbroce y limpieza

Descripción

El desbroce y limpieza se refiere a la eliminación de toda la vegetación superficial y elementos naturales (arbustos, hierba, maleza, arboles, troncos, etc.) en el ancho de la vía y cerca de la zona de trabajo.

Procedimiento de trabajo

- Se marca con estacas las áreas accesibles por las que circularan la maquinaria y en áreas de difícil acceso se realizara trabajo manual con machete, hachas o moto guadaña.
- Se cortará solo la zona que ha sido aprobada por el ministerio del ambiente.
- El material será recolectado, cargando en volquetas y transportado a botaderos autorizados por el municipio del lugar.
- El terreno quedara libre de residuos, ramas, piedras sueltas y elementos que interfieran con la conformación de la subrasante.

Forma de pago

El pago incluirá costos de mano de obra, equipos, herramientas, transporte y disposición de residuos. El pago será efectuado por metro cuadrado (m²) de acuerdo con los planos de replanteo.

5.3.2 Movimiento de tierra

5.3.2.1 Corte y relleno

Descripción.

El corte y relleno consiste en la excavación, traslado, colocación y compactación de material proveniente de cortes o préstamos, con el fin de alcanzar las cotas y alineamientos establecidos en los planos de diseño. Esta actividad permite conformar la subrasante de la carretera con estabilidad y resistencia adecuadas para recibir las capas estructurales del pavimento

Materiales

- Material de relleno: deberá ser suelo adecuado, libre de materia orgánica, raíces, basura, turba o elementos deleznales.
- En caso de que el material de corte no cumpla con las condiciones de calidad requeridas, se deberá obtener material de préstamo aprobado por la fiscalización.
- No se permitirá el uso de material con CBR < 8% en la subrasante.

Equipo

- Excavadora hidráulica.
- Bulldozer para empuje y extendido.
- Motoniveladora para perfilado.
- Rodillo vibratorio liso y neumático (mínimo 10 toneladas) para compactación.
- Camiones volquete para transporte de material.
- Cisternas de agua para riego.
- Herramientas menores (palas, carretillas).

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y señalización: verificación de ejes, cotas y secciones transversales conforme a planos.
- Corte: Excavación del terreno natural hasta alcanzar el nivel de subrasante.
- El material apto podrá ser utilizado como relleno; el no apto se desechará en botaderos autorizados.
- Relleno: El material se colocará en capas sucesivas de máximo 20 cm de espesor suelto.
- Se distribuirá homogéneamente y se conformará la sección de acuerdo con el diseño geométrico.
- Compactación: Compactación con rodillo vibratorio y neumático hasta alcanzar mínimo el 95% de la densidad máxima Proctor Modificado.
- Control de humedad con riego, asegurando humedad óptima de compactación.
- Perfilado y acabado: Con motoniveladora, conformando la sección transversal y pendiente de escurrimiento establecida en los planos.

Control de calidad

- Ensayo de densidad in situ (cono de arena o nuclear).
- Ensayo de CBR del material de relleno y/o préstamo.
- Control geométrico de cotas y pendientes.

Forma de pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de material excavado, transportado, colocado y compactado de acuerdo con planos y especificaciones técnicas. El precio incluye: excavación, carga, transporte, colocación, compactación, perfilado, equipos, mano de obra, agua para riego, disposición de excedentes y ensayos de control de calidad.

5.3.2.2 *Drenaje de alcantarilla*

Descripción

El drenaje de alcantarilla consiste en la construcción e instalación de estructuras destinadas a permitir el paso controlado de aguas pluviales o corrientes naturales bajo la carretera, evitando acumulaciones de agua y erosión en la vía. Incluye excavación, cimentación, colocación de tuberías o estructuras prefabricadas, relleno y acabado, según los planos y especificaciones técnicas.

Materiales

- Tuberías: de hormigón reforzado, PVC corrugado o metálicas galvanizadas, según el diseño aprobado, cumpliendo con normas INEN, ASTM C76 o equivalentes.
- Hormigón: para cimentaciones, cabezales y aletas, de resistencia mínima $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero de refuerzo: conforme a planos estructurales y norma ASTM A615 Grado 60.
- Morteros y mezclas: para uniones y asentado de tuberías, proporción 1:4 (cemento: arena).
- Material de relleno: suelo granular o material seleccionado, libre de materia orgánica, con $\text{CBR} \geq 8\%$.

Equipo

- Excavadora hidráulica y retroexcavadora.
- Camiones volquete para transporte de material.
- Grúa (si se requiere instalación de piezas prefabricadas).
- Compactadores: rodillo vibratorio, planchas y sapos mecánicos para espacios reducidos.

- Cisternas para riego y control de humedad.
- Herramientas menores (palas, picos, carretillas, vibradores de concreto).

Procedimiento de trabajo

- Replanteo: localización y trazo de la alcantarilla de acuerdo con planos.
- Excavación: hasta la cota de cimentación establecida, con taludes seguros y bombeo en caso de presencia de agua.
- Cimentación: colocación de capa de asiento granular compactada (mínimo 15 cm) y fundición de losa de cimentación de hormigón, según planos.
- Colocación de tubería o elementos prefabricados:
- Alineados y nivelados correctamente.
- Sellado de juntas con mortero impermeable o empaques elastoméricos según tipo de tubería.
- Construcción de cabezales, aletas y muros de encauce: en hormigón armado, con formaletas, acero de refuerzo y vibrado adecuado.
- Relleno: material seleccionado colocado en capas de máximo 20 cm, compactadas lateralmente con equipos adecuados.
- Acabados y limpieza: perfilado final de taludes, cunetas y canalizaciones de entrada y salida.

Control de calidad

- Ensayo de resistencia de hormigón (cilindros).
- Verificación geométrica de alineación, pendiente y nivel de tuberías.
- Control de compactación de rellenos ($\geq 95\%$ Proctor Modificado).
- Revisión de juntas y estanqueidad de la alcantarilla.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad construida o por metro lineal (ml) de alcantarilla instalada, según lo definido en el contrato. El precio incluirá: excavación, cimentación, suministro e instalación de tuberías o elementos prefabricados, construcción de cabezales y aletas, relleno, compactación, equipos, mano de obra, materiales, transporte y ensayos de calidad.

5.3.2.3 *Reconformación del terraplén*

Descripción

La reconformación del terraplén consiste en la recuperación de la geometría, nivelación y compactación de los terraplenes previamente construidos, que hayan sufrido asentamientos, erosión, deterioro o pérdida de sección transversal. El objetivo es garantizar estabilidad, homogeneidad y cumplimiento de las cotas y pendientes definidas en los planos de diseño, de modo que la superficie quede apta para recibir las capas estructurales del pavimento.

Materiales

- Material de aporte: suelo seleccionado, libre de materia orgánica, raíces, basura o material deleznable.
- El material deberá contar con un $\text{CBR} \geq 8\%$ y cumplir con la granulometría y plasticidad especificadas en normas MTOP o INEN.
- En caso de no disponer de material apto en sitio, se usará material de préstamo aprobado por la fiscalización.

Equipo

- Motoniveladora para extendido y perfilado.
- Bulldozer para distribución de material.
- Camiones volquete para transporte.
- Compactadores: rodillo vibratorio liso, rodillo neumático, y planchas o sapos mecánicos en bordes y áreas reducidas.
- Cisternas de agua para riego y control de humedad.
- Herramientas menores (palas, carretillas, picos).

Procedimiento de trabajo

- Preparación de la superficie: limpieza del área, retiro de material suelto, erosionado o inadecuado.

- Aporte de material (si es necesario): colocación en capas sucesivas de máximo 20 cm de espesor suelto.
- Distribución y nivelación: extendido del material con motoniveladora, ajustando al perfil transversal y longitudinal indicado en planos.
- Compactación:
- Con rodillo vibratorio y neumático hasta alcanzar mínimo el 95% del Proctor Modificado.
- Ajuste de humedad mediante riego o aireación, garantizando la humedad óptima de compactación.
- Acabado: conformación final de taludes, pendientes laterales y superficie superior lista para recibir la subbase o base granular.

Control de calidad

- Ensayos de densidad in situ (cono de arena o método nuclear).
- Ensayo de CBR del material de aporte o préstamo.
- Verificación topográfica de cotas, secciones transversales y pendientes de diseño.

Forma de pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de terraplén reconformado y compactado conforme a planos y especificaciones. El precio incluirá: retiro de material inadecuado, suministro y transporte de material de aporte, extendido, nivelación, compactación, riego, control de calidad, equipos y mano de obra.

5.3.2.4 Compactación del suelo

Descripción

La compactación del suelo consiste en mejorar las propiedades mecánicas del terreno natural o de relleno, mediante la aplicación de cargas dinámicas o estáticas, con el objetivo de aumentar su densidad, capacidad portante y reducir su permeabilidad. Esta actividad asegura que la subrasante quede en condiciones adecuadas para recibir las capas estructurales del pavimento, conforme a los planos y especificaciones del proyecto.

Materiales

- Suelo natural o de relleno, libre de materia orgánica, basura, raíces o material deleznable.
- El material deberá tener un $\text{CBR} \geq 8\%$ en la zona de subrasante y cumplir con límites de plasticidad establecidos en normas MTOP o INEN.
- En caso de suelos no aptos, se reemplazarán con material seleccionado o se estabilizarán según indicaciones de la fiscalización.

Equipo

- Rodillo vibratorio liso (mínimo 10 toneladas).
- Rodillo neumático para compactación intermedia.
- Planchas vibratorias o sapos mecánicos para bordes y áreas reducidas.
- Motoniveladora para extendido y conformación de capas.
- Cisternas de agua para riego y control de humedad.
- Herramientas menores (palas, carretillas, picos).

Procedimiento de trabajo

- Preparación del terreno: limpieza de la superficie, retiro de material orgánico, piedras grandes o suelo inadecuado.

- Colocación del material (si se requiere relleno): en capas sucesivas de máximo 20 cm de espesor suelto.
- Acondicionamiento del material: homogenización y control de la humedad, asegurando que se encuentre cerca de la humedad óptima determinada en el ensayo Proctor Modificado.
- Compactación:
 - Se realizarán pases uniformes con rodillo vibratorio y neumático.
 - Compactación en sentido longitudinal y transversal, con solape entre franjas.
 - En zonas estrechas o cercanas a estructuras se usará compactación manual con planchas vibratorias o sapos mecánicos.
- Acabado: nivelación final y verificación de pendientes según diseño.

Control de calidad

- Ensayos de densidad in situ (cono de arena o equipo nuclear), alcanzando mínimo el 95% del Proctor Modificado.
- Verificación de humedad en campo para asegurar condiciones óptimas de compactación.
- Control topográfico de cotas y secciones.

Forma de pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) de suelo compactado conforme a planos y especificaciones. El precio incluirá: preparación del terreno, suministro de material (si aplica), riego, compactación, nivelación, equipos, mano de obra y ensayos de control de calidad.

5.3.3 Pavimentación

5.3.3.1 *Capa de rodadura de mezcla asfáltica en planta de espesor de 7.5 centímetros.*

Descripción

La capa de rodadura es la superficie final del pavimento flexible, compuesta por mezcla asfáltica en caliente, diseñada para resistir el desgaste producido por el tráfico y proveer un acabado seguro y duradero. En este proyecto, la capa tendrá un espesor compactado de 7.5 cm, aplicado en una o más capas, según lo requiera el diseño.

Materiales

- Agregados pétreos: naturales o triturados, de origen duro y duradero, bien graduados, libres de arcillas, materia orgánica u otras impurezas. Deben cumplir con las normas del MTOP y estándares ASTM C136, C117.
- Asfalto: cemento asfáltico tipo penetración 60/70 o según las condiciones climáticas locales y las recomendaciones del diseño Marshall.
- Filler mineral (si se requiere): polvo mineral que mejora la cohesión y estabilidad de la mezcla.
- Aditivos (opcional): agentes antideslizantes, mejoradores de adherencia, etc.

Transporte

- La mezcla asfáltica será transportada desde la planta de producción hasta la obra en volquetas metálicas limpias y previamente tratadas con un agente antiadherente (no combustible).
- Las volquetas deberán estar cubiertas con lonas durante el transporte para evitar pérdida de temperatura.
- El tiempo máximo de traslado no debe permitir una caída de temperatura mayor a 10 °C respecto a la temperatura de mezcla.

Distribución de mezcla

- La mezcla se descargará directamente en la terminadora asfáltica o en lugares previamente indicados por la fiscalización.
- La distribución se realizará con una terminadora que garantice espesor uniforme, pendiente transversal y alineación.
- En zonas donde la terminadora no tenga acceso (bordes, intersecciones), se permitirá el extendido manual supervisado.

Equipo de compactación

- Rodillo neumático de llantas lisas para precompactación y sellado.
- Rodillo vibratorio liso (mínimo 10 toneladas) para compactación intermedia y final.
- Rodillo de acero liso estático para remate superficial.

Todos los equipos deben estar en buen estado, operados por personal capacitado, y cumplir con ciclos de compactación definidos en el plan de calidad.

Procedimiento de trabajo

- Preparación previa: Limpieza y verificación de la superficie de la base.
- Aplicación de riego de liga (emulsión asfáltica catiónica tipo CSS-1h) sobre la superficie compactada y limpia.
- Recepción de mezcla: Control de temperatura y consistencia al llegar a la obra (mínimo 135 °C).
- Rechazo de mezcla si llega con temperatura baja o segregación evidente.
- Colocación: Extendida con terminadora o manualmente según corresponda.
- Espesor controlado mediante reglas de guiado y nivelación topográfica.
- Compactación: Secuencia inmediata a la extendida, comenzando con rodillo vibratorio en caliente (110–135 °C).

- Se realizarán pases cruzados y superpuestos para evitar marcas.
- Se alcanzará una densidad mínima del 95% de la densidad de laboratorio (ensayo Marshall).
- Verificación: Se controlarán espesores, temperaturas, y densidades.
- Corrección de fallas inmediatas (fisuras, exudación, segregación).

Dosificación y mezclado

- El diseño de la mezcla será realizado mediante el método Marshall, dependiendo del tráfico esperado.
- Los parámetros mínimos a cumplir:
 - ✓ Estabilidad Marshall ≥ 800 kg
 - ✓ Flujo entre 8 y 16 (0.25 mm)
 - ✓ Contenido óptimo de asfalto determinado por ensayo
 - ✓ Vacíos en mezcla: 3-5%
 - ✓ VMA (Vacíos en agregado mineral): $\geq 14\%$
- El mezclado será en planta (discontinua o continua), con control automático de temperaturas, dosificación y homogeneidad.

Forma de pago

El pago se realizará por metro cúbico (m³) o tonelada métrica (Tm) de mezcla asfáltica colocada y compactada, medida en el sitio y verificada por el fiscalizador. El precio incluirá:

- Elaboración del diseño de mezcla
- Suministro y transporte de materiales
- Equipos y mano de obra
- Riego de liga
- Colocación, extendido y compactación
- Ensayos de calidad

5.3.3.2 Imprimación asfáltica, equipo distribuidor de asfalto, escoba mecánica.

Descripción

La imprimación asfáltica consiste en la aplicación de una capa delgada y uniforme de emulsión asfáltica sobre la superficie granular previamente compactada y limpia, con el fin de sellar la base y asegurar una adecuada adherencia con la carpeta asfáltica. Esta actividad es indispensable para garantizar la durabilidad y el buen comportamiento estructural del pavimento.

Materiales

- Emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento (CSS-1h o equivalente):
Cumpliendo con las especificaciones del MTOP y normas ASTM D977.
- Agua limpia (si se requiere dilución para ajustar viscosidad).
- Agente antiadherente para la limpieza de equipos de aplicación.

Equipo

- Distribuidor de asfalto con control de caudal, presión y boquillas calibradas.
- Escoba mecánica o barredora para limpieza profunda de la base.
- Camión cisterna con sistema de riego (si se requiere).
- Herramientas menores (palas, cepillos manuales, mangueras).

Preparación de la superficie

- La base granular debe estar previamente terminada, compactada al 98% del Proctor Modificado y perfilada de acuerdo con planos.
- Se procederá a una limpieza exhaustiva con escoba mecánica, retirando polvo, finos sueltos y material extraño.
- La superficie debe estar seca antes de aplicar la imprimación.

Aplicación de la imprimación

- La emulsión se calentará (si es necesario) y se aplicará a una temperatura de 50–60 °C.
- El distribuidor de asfalto deberá garantizar una dosificación uniforme, con un rango de aplicación entre 0.8 – 1.2 L/m², dependiendo de la absorción de la base.
- La aplicación se hará de forma continua y sin interrupciones, evitando acumulaciones o deficiencias de material.
- En zonas inaccesibles al distribuidor, la aplicación se podrá realizar de forma manual mediante bombas de aspersión o regaderas especiales.

Curado

- Se permitirá un tiempo de curado mínimo de 24 horas, hasta que la emulsión se haya roto y la superficie presente un aspecto uniforme y adherente.
- Durante este tiempo, la superficie deberá protegerse del tránsito vehicular.

Control de calidad

- Se verificará la cantidad de emulsión aplicada por metro cuadrado.
- Se inspeccionará la uniformidad de la cobertura.
- Se registrarán temperaturas, caudales y consumo total de emulsión en la bitácora de obra.

Forma de pago

El pago se realizará por metro cuadrado (m²) de superficie imprimada, verificada en obra. El precio incluirá suministro y transporte de emulsión, equipo distribuidor, escoba mecánica, mano de obra, limpieza de superficie y ensayos de calidad requeridos.

5.3.3.3 Base de espesor de 10 centímetros

Descripción

La función principal de la base granular es distribuir las cargas hacia las capas inferiores y ofrecer soporte adecuado a la carpeta de rodadura. El espesor previsto es de 10 cm compactados, conforme a los planos y especificaciones técnicas.

Equipo

- Motoniveladora
- Rodillo liso vibratorio o neumático (mínimo 10 toneladas)
- Cisternas para riego (agua)
- Palas, carretillas, herramientas menores

Selección de material

- Material granular natural o triturado, de granulometría bien graduada.
- No debe contener materia orgánica, raíces ni partículas mayores a 2" (50 mm).
- $\text{CBR} \geq 80\%$ y humedad óptima determinada por ensayo Proctor Modificado.
- Cumplimiento con norma MTOP y especificaciones del INEN 1575 o equivalentes.

Tendido y conformación

- El material se extenderá sobre la subbase previamente compactada y perfilada.
- Se usará motoniveladora para nivelación y conformación al perfil transversal.
- Se colocará en capas de máximo 20 cm (antes de compactar).

Compactación

- Compactación con rodillo hasta alcanzar al menos el 98% del Proctor Modificado.
- Humedecimiento si es necesario para alcanzar humedad óptima.
- Se verificarán densidades por el método del cono de arena u otro aprobado.

Forma de pago

El precio incluye material, transporte, equipo, mano de obra y pruebas de calidad. El pago se realizará por metro cúbico (m³) compactado de base colocada.

5.3.3.4 Subbase de espesor de 25 centímetros.

Descripción

La función principal de la Subbase es distribuir las cargas y prevenir la contaminación de la base por partículas finas de la subrasante. Su espesor será de 25 cm compactados.

Equipo

- Motoniveladora
- Rodillo liso o tipo pata de cabra
- Camiones volquetes
- Cisternas de riego
- Herramientas menores

Selección de material

- Material granular natural, mezcla de grava, arena y finos bien graduados.
- Sin presencia de materia orgánica, raíces ni excesiva plasticidad.
- $\text{CBR} \geq 30\%$ y cumplimiento con límites de plasticidad y granulometría según norma.
- En zonas húmedas se prioriza material con buen drenaje.

Tendido y conformación

- El material se extenderá en capas no mayores de 25 cm (suelas) con motoniveladora.
- Se dará la pendiente transversal correspondiente para favorecer el drenaje.
- De ser necesario, se colocará geotextil entre subrasante y subbase.

Compactación

- Compactación hasta lograr el mínimo 95% del Proctor Modificado.
- Se realizarán pruebas de densidad y humedad.
- Control de espesores y niveles con equipo topográfico.

Forma de pago

El pago incluirá materiales, transporte, equipo, personal y pruebas de calidad, y se efectuará por metro cúbico (m³) compactado.

5.3.3.5 Transporte de la base y subbase

Descripción

Consiste en el acarreo de materiales seleccionados (base y subbase) desde las canteras o zonas de acopio hasta el sitio de colocación en obra. Incluye la carga, transporte, descarga y distribución inicial de los materiales.

Procedimiento de trabajo

- Carga del material: Se utilizará cargadora frontal o excavadora para cargar los volquetes en cantera o banco de préstamo.
- Control del volumen por cada viaje.
- Transporte: Volquetas de 6-12 m³ dependiendo de la vía de acceso.
- Control de rutas, tiempos y destino.
- Se evitarán pérdidas o derrames durante el recorrido (uso de lonas).
- Descarga: Se descargará en puntos previamente definidos por el topógrafo o ingeniero.
- Se organizará el material en acopios parciales o directamente en sitio para extendido.

Forma de pago

El pago incluirá la carga, acarreo, descarga y todas las actividades necesarias para garantizar el suministro continuo del material, y se hará por metro cúbico (m³) transportado hasta el sitio de colocación.

5.3.4 Señalización

5.3.4.1 Señalización Horizontal Longitudinal (*Pintura de tráfico amarilla*).

Descripción

La señalización horizontal longitudinal consiste en la aplicación de pintura de tráfico color amarillo sobre la carpeta asfáltica, con el fin de delimitar carriles, indicar prohibiciones de adelantamiento y guiar a los usuarios de la vía. Las líneas deberán cumplir con las dimensiones, ubicación y especificaciones establecidas en los planos del proyecto y en las normas vigentes del MTOP y el Manual Ecuatoriano de Señalización Vial.

Materiales

- Pintura de tráfico: pintura acrílica o termoplástica reflectante, color amarillo, resistente a la intemperie y abrasión, conforme a normas INEN 1937 / ASTM D713 o equivalentes.
- Microesferas de vidrio (opcional): para garantizar la retro reflectividad nocturna, aplicadas en fresco, cumpliendo norma ASTM D1155.
- Diluyente o solvente: recomendado por el fabricante de la pintura.

Equipo

- Máquina pintarrayas autopropulsada o manual, con sistema de presión y boquillas calibradas.
- Compresores de aire para limpieza de superficie.
- Recipientes y equipo menor (brochas, rodillos) para retoques en zonas pequeñas.
- Elementos de seguridad: conos, vallas, chalecos reflectivos, señalización temporal.

Procedimiento de trabajo

- Preparación de la superficie.

- Limpieza del pavimento con aire a presión o cepillo mecánico, eliminando polvo, grasa o humedad.
- No se permitirá pintar sobre superficies húmedas o con temperatura menor a 10 °C.
- Trazado y replanteo: marcado previo con tiza, cuerda o pintura de guía, siguiendo planos y normas de señalización.
- Aplicación de pintura.
- Con máquina aplicadora, asegurando ancho uniforme (10 a 15 cm según diseño).
- Espesor mínimo seco: 0,40 mm para pintura acrílica y ≥ 2 mm para pintura termoplástica.
- Aplicación de microesferas de vidrio inmediatamente después del tendido de la pintura (si está contemplado).
- Secado y protección.
- Tiempo mínimo de secado: 15–30 minutos para pintura acrílica (dependiendo de condiciones climáticas).
- Protección con conos o señalización temporal hasta habilitación del tránsito.

Control de calidad

- Verificación del color y reflectividad conforme a especificaciones.
- Control del ancho, espesor y alineación de las líneas.
- Ensayo de adherencia de pintura sobre el pavimento.
- Retro reflectividad mínima ≥ 150 mcd/m²·lux para líneas nuevas.

Forma de pago

El pago se realizará por metro lineal (ml) de línea pintada conforme a planos y especificaciones técnicas. El precio incluirá: limpieza de superficie, suministro y transporte de pintura y microesferas, aplicación, equipos, mano de obra, seguridad vial y ensayos de calidad.

5.3.4.2 Demarcadores o Tachas reflectantes

Descripción

Los demarcadores o tachas reflectantes son dispositivos de seguridad vial colocados sobre la calzada para complementar la señalización horizontal, mejorando la visibilidad nocturna y en condiciones de lluvia. Se instalarán de acuerdo con los planos del proyecto, con espaciamiento uniforme y conforme a las disposiciones del Manual Ecuatoriano de Señalización Vial.

Materiales

- Tachas reflectantes: fabricadas en policarbonato, aluminio o material termoplástico de alta resistencia, con reflectores tipo ojo de gato en color amarillo o blanco, según corresponda.
- Deben ser retrorreflectivas en ambos sentidos, antideslizantes y resistentes a cargas de tránsito pesado.
- Cumplimiento con normas ASTM D4280, AASHTO M247 o INEN equivalentes.
- Adhesivo epóxico de alta resistencia de curado rápido, recomendado por el fabricante y adecuado a condiciones de temperatura y humedad de la zona.

Equipo

- Taladros o fresadoras (si se requiere preparación superficial).
- Equipo aplicador de adhesivo (manual o neumático).
- Herramientas menores: espátulas, martillos de goma, brochas.
- Elementos de seguridad: conos, cintas reflectivas, señalización preventiva y chalecos de seguridad.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y marcado: ubicación exacta de las tachas sobre la calzada, siguiendo el diseño de señalización (separación típica: cada 10 a 15 m en líneas continuas o en sitios de riesgo).
- Preparación de la superficie: limpieza del pavimento en el punto de instalación, libre de polvo, grasa, agua o partículas sueltas.
- Aplicación del adhesivo:
 - Extendido del adhesivo epóxico en el área de contacto.
 - Espesor uniforme según recomendaciones del fabricante.
- Colocación de tachas:
 - Presionar firmemente la tacha sobre el adhesivo, garantizando alineación y correcta orientación de los reflectores.
 - Retiro de exceso de adhesivo en los bordes.
- Curado y protección:
 - Tiempo mínimo de curado: 30 a 60 minutos (dependiendo del adhesivo).
 - Se mantendrá la zona cerrada al tránsito con señalización temporal hasta el fraguado completo.

Control de calidad

- Verificación de alineación, espaciamiento y orientación de tachas.
- Ensayo de adherencia mediante inspección visual y prueba de resistencia inicial.
- Comprobación de retrorreflectividad nocturna en campo.
- Inspección periódica posterior a la instalación.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada o por longitud de vía señalizada (km), según lo establecido en el contrato. El precio incluirá: suministro de tachas reflectantes, adhesivo, limpieza de superficie, colocación, equipos, mano de obra, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.3 *Señales al lado de la carretera, código R 2-1I (900x300)*

Descripción

La señal vertical código R 2-1I (900x300 mm) corresponde a una señal reglamentaria de tránsito que regula la circulación vehicular según el Manual Ecuatoriano de Señalización Vial. Su instalación al lado de la carretera tiene como objetivo advertir, guiar o reglamentar el comportamiento de los conductores, contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 900 x 300 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño conforme al código R 2-1I (INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y 3,0 m de altura mínima, anclado con fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde, según norma MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (variable según el terreno).

Equipo

- Excavadora manual o barreno para huecos.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos.
- Mezcladora de concreto (si aplica).
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, chalecos reflectivos, cintas y señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: determinación del sitio de colocación de la señal según planos del proyecto y normativa de señalización.
- Excavación: ejecución de hueco para cimentación del poste con dimensiones definidas.
- Colocación del poste: centrado y nivelado en el hueco, asegurando verticalidad.
- Fundición de anclaje: relleno con hormigón simple, vibrado manual y acabado superficial.
- Montaje de la placa: fijación de la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado: limpieza del área, verificación de alineación, altura libre de la señal (mínimo 2,10 m desde el nivel de rodadura al borde inferior).

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y altura del montaje.
- Revisión de alineación respecto al eje de la vía.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada conforme a planos y especificaciones técnicas. El precio incluirá: suministro de la placa, poste y materiales, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.4 Señales al lado de la carretera, código R 2-1D (900x300)

Descripción

La señal vertical código R 2-1D (900x300 mm) es una señal reglamentaria de tránsito que indica restricciones o prohibiciones específicas a los usuarios de la vía, según el Manual Ecuatoriano de Señalización Vial. Su correcta instalación al costado de la carretera contribuye a la seguridad vial y al cumplimiento normativo del tránsito.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 900 x 300 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño conforme al código R 2-1D (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (variable según el terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o pico para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, martillos, llaves, niveladores.
- Mezcladora de concreto o equipo de preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa de señalización.
- Excavación: realizar el hueco para la cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente en el hueco.
- Fundición de anclaje: rellenar con hormigón simple, vibrando manualmente para eliminar vacíos y logrando acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura libre mínima de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar área de trabajo y retirar escombros.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación de la señal respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.5 *Señales al lado de la carretera, código R 2-15D (300x900)*

Descripción

La señal vertical código R 2-15D (300x900 mm) es una señal reglamentaria de tránsito que indica prohibiciones o restricciones específicas a los usuarios de la vía, conforme al Manual Ecuatoriano de Señalización Vial. Su instalación lateral permite advertir a los conductores sobre limitaciones o normas que deben respetar, contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 300 x 900 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño según código R 2-15D (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3” de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde, conforme a normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (ajustable según terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio de instalación según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, asegurando compactación y acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación, altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal, y limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.6 Señales al lado de la carretera, código P1-1I (600x600)

Descripción

La señal vertical código P1-1I (600x600 mm) es una señal preventiva de tránsito, diseñada para advertir a los conductores sobre posibles peligros o condiciones especiales en la vía. Su colocación lateral permite una visibilidad temprana y adecuada, contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño según código P1-1I (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (ajustable según terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, vibrando manualmente para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.7 Señales al lado de la carretera, código P1-2I (600x600)

Descripción

La señal vertical código P1-2I (600x600 mm) es una señal preventiva de tránsito que alerta a los conductores sobre condiciones especiales o peligros potenciales en la vía, como curvas, cambios de pendiente u obstáculos. Su colocación lateral asegura visibilidad adecuada y contribuye a la seguridad vial, permitiendo que los usuarios ajusten su conducción con anticipación.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño según código P1-2I (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (ajustable según terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.8 Señales al lado de la carretera, código P1-2D (600x600)

Descripción

La señal vertical código P1-2D (600x600 mm) es una señal preventiva de tránsito destinada a alertar a los conductores sobre condiciones especiales o peligros en la vía, colocada en el lado derecho. Su visibilidad lateral permite que los usuarios tomen las precauciones necesarias con anticipación, contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño según código P1-2D (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (ajustable según terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.9 Señales al lado de la carretera, código P1-5D (600x600)

Descripción

La señal vertical código P1-5D (600x600 mm) es una señal preventiva de tránsito que indica a los conductores advertencias sobre condiciones especiales de la vía o riesgos potenciales, colocada en el lado derecho. Su correcta ubicación y visibilidad aseguran que los usuarios puedan ajustar su conducción con suficiente anticipación, mejorando la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, color y diseño según código P1-5D (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro y altura mínima de 3,0 m, con anclaje en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo color verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m (ajustable según terreno).

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.10 Señales al lado de la carretera, código P6-3 (600x600)

Descripción

La señal vertical código P6-3 (600x600 mm) es una señal informativa o preventiva de tránsito ubicada al lado derecho de la carretera. Está diseñada para alertar a los conductores sobre indicaciones específicas de tránsito o condiciones de la vía, asegurando visibilidad adecuada y contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, con diseño y colores según código P6-3 (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro, altura mínima de 3,0 m, anclado en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m, ajustable según condiciones del terreno.

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el lugar exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.11 Señales al lado de la carretera, código P6-4 (600x600)

Descripción

La señal vertical código P6-4 (600x600 mm) es una señal informativa o preventiva de tránsito, colocada en el lado derecho de la carretera. Su función es advertir a los conductores sobre situaciones especiales en la vía o brindar información relevante, garantizando visibilidad y contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, con bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, con diseño y colores conforme al código P6-4 (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro, altura mínima de 3,0 m, anclado en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m, ajustable según terreno.

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.12 Señales al lado de la carretera, código D6-2I (600x750)

Descripción

La señal vertical código D6-2I (600x750 mm) es una señal de orientación o de advertencia lateral izquierda ubicada al lado derecho de la carretera. Su función es informar a los conductores sobre curvas, desvíos u otras condiciones que requieren atención especial, asegurando visibilidad y contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 750 mm, bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, con diseño y colores conforme al código D6-2I (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro, altura mínima de 3,0 m, anclado en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m, ajustable según terreno.

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.13 Señales al lado de la carretera, código D6-2D (600x750)

Descripción

La señal vertical código D6-2D (600x750 mm) es una señal de orientación o de advertencia lateral derecha, ubicada al lado derecho de la carretera. Su función es alertar a los conductores sobre curvas, desvíos u otras condiciones que requieren atención especial hacia la derecha, garantizando visibilidad y contribuyendo a la seguridad vial.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 750 mm, bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, con diseño y colores conforme al código D6-2D (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro, altura mínima de 3,0 m, anclado en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m, ajustable según terreno.

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.3.4.14 Señales al lado de la carretera, código R1-1 (600x600)

Descripción

La señal vertical código R1-1 (600x600 mm) es una señal reglamentaria de límite de velocidad, ubicada al lado derecho de la carretera. Su función es informar a los conductores sobre la velocidad máxima permitida en la vía, asegurando seguridad vial y cumplimiento de la normativa de tránsito.

Materiales

- Placa: lámina galvanizada calibre N.º 16 o aluminio, dimensiones 600 x 600 mm, bordes lisos y sin deformaciones.
- Revestimiento reflectivo: lámina retrorreflectivas de alta intensidad o grado diamante, conforme al código R1-1 (norma INEN/ASTM D4956).
- Soporte: poste metálico tubular galvanizado de 3" de diámetro, altura mínima de 3,0 m, anclado en fundación de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Pintura del poste: esmalte anticorrosivo verde o según normativa MTOP.
- Anclaje: bloque de hormigón de dimensiones mínimas 0,40 x 0,40 x 0,60 m, ajustable según terreno.

Equipo

- Excavadora manual, barreno o herramientas para preparación del hueco.
- Herramientas menores: palas, picos, llaves, martillos y niveladores.
- Mezcladora de concreto o preparación manual de hormigón.
- Equipo de nivelación y topografía.
- Elementos de seguridad: conos, cintas, chalecos reflectivos, señalización preventiva.

Procedimiento de trabajo

- Replanteo y ubicación: definir el sitio exacto según planos y normativa vigente.
- Excavación: preparar hueco para cimentación del poste.
- Colocación del poste: centrar y nivelar verticalmente.
- Fundición de anclaje: rellenar el hueco con hormigón simple, compactando para eliminar vacíos y lograr acabado liso.
- Montaje de la placa: fijar la señal al poste con pernos galvanizados y arandelas de seguridad.
- Acabado y limpieza: verificar verticalidad, alineación y altura mínima libre de 2,10 m desde la calzada hasta el borde inferior de la señal; limpiar el área de trabajo.

Control de calidad

- Verificación de dimensiones y materiales de la placa y del poste.
- Ensayo de reflectividad nocturna de la lámina retrorreflectivas.
- Control de verticalidad y alineación respecto al eje de la vía.
- Confirmación de altura mínima y visibilidad de la señal.

Forma de pago

El pago se realizará por unidad instalada, incluyendo: suministro de la placa y poste, excavación, cimentación en hormigón, montaje, transporte, mano de obra, equipos, señalización preventiva y pruebas de calidad.

5.4 Cantidades de obra

5.4.1 Trazado y Replanteo

Figura 53. Subrasante y capas del pavimento de diseño para el tramo de un carril.

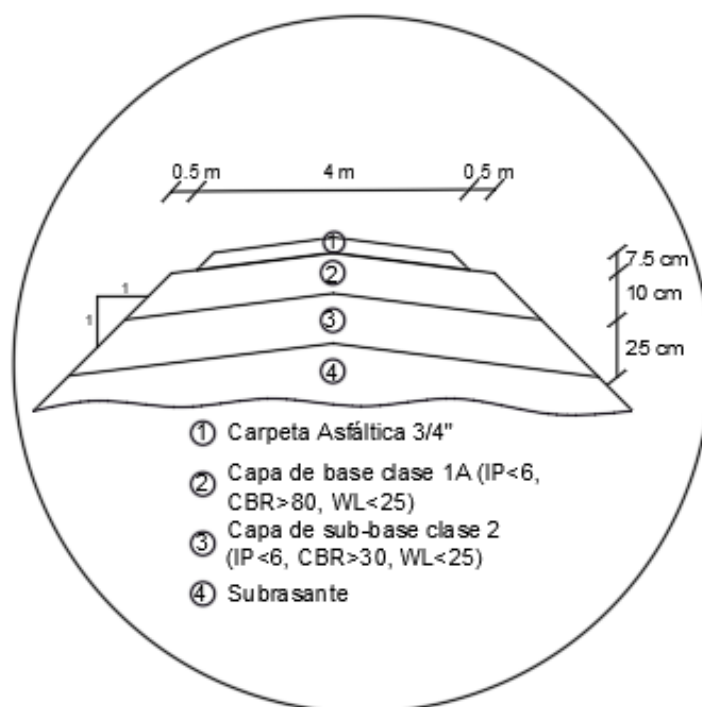
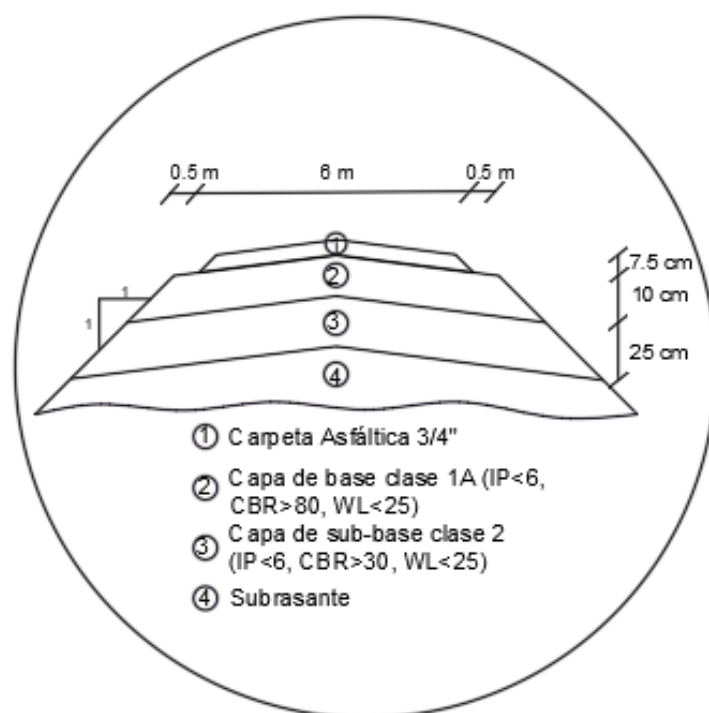


Figura 54. Subrasante y capas del pavimento de diseño para los tramos de dos carriles.



Al ser una relación 1H:1V y tener un espesor de base y subbase igual a 0.30 m; se puede calcular el valor de x a través de:

Ecuación 22. *Ancho de talud de la base.*

$$x1 = \frac{0.30 * 1}{1} = 0.30$$

Para la subrasante solo se tomará mejorar los primeros 100 m de la sección entrada, 100m finales de la sección de salida, finalmente el tramo de conexión a la pista automovilística de longitud en un tramo de 297m donde se colocará subrasante de 0.30m de espesor en estos tramos.

Ecuación 23. *Ancho de talud de la subbase.*

$$x2 = \frac{0.30 * 1}{1} = 0.30$$

Ancho de vía de un carril sin mejoramiento de subrasante:

$$Ancho\ de\ via = 4 + 2(0.5) + 1(0.3) = 5.30m$$

Ancho de vía de un carril con mejoramiento de subrasante:

$$Ancho\ de\ via = 4 + 2(0.5) + 1(0.3) + 1(0.3) = 5.60m$$

Ancho de vía de dos carriles sin mejoramiento de subrasante:

$$Ancho\ de\ via = 6 + 2(0.5) + 1(0.3) = 7.30m$$

Ancho de vía de dos carriles con mejoramiento de subrasante:

$$Ancho\ de\ via = 6 + 2(0.5) + 1(0.3) + 1(0.3) = 7.60m$$

Se tomará la longitud total de los tramos de un solo carril y de carriles que son de 700.40m y 547.38m respectivamente dando un total de 1247.78m de longitud de carretera. Para estas diferentes secciones donde existirá tres tramos a tomar en cuenta donde se colocará mejoramiento de subrasante el cual tiene una longitud total de 697.38m sumando los 3 tramos dándonos las siguientes medidas:

Tabla 76. *Áreas de Tradazo y replanteo.*

Tramo de carretera	Longitud(m)	Ancho(m)	Área(m2)
Carretera de un carril con mejoramiento	200	5.3	1060
Carretera de un carril sin mejoramiento	500.40	5.6	2802.24
Carretera de dos carriles con mejoramiento	287.38	7.3	2097.87
Carretera de dos carriles sin mejoramiento	260	7.6	1976
Total	1247.78		7936.11

5.4.2 Desbroce y Limpieza

Para este rubro solo se tomarán en cuenta las secciones donde se hará mejoramiento de subrasante ya que en estas zonas es necesario este rubro:

Tabla 77. *Áreas de Desbroce y Limpieza.*

Tramo de carretera	Longitud(m)	Ancho(m)	Área(m2)
Carretera de un carril con mejoramiento	200	5.3	1060
Carretera de un carril sin mejoramiento	500.40	5.6	2802.24
Carretera de dos carriles con mejoramiento	287.38	7.3	2097.87
Carretera de dos carriles sin mejoramiento	260	7.6	1976
Total	1247.78		7936.11

Figura 55. Camino de piedra lastre existente.



5.5 Movimiento de tierra

5.5.1 Corte y relleno.

En cuanto a corte de terreno, inicialmente se ejecutaron dos tramos de 100 m de longitud cada uno, en los cuales se rebajó la superficie en 42,5 cm para permitir la correcta colocación del pavimento y garantizar la conexión de esta vía con la carretera principal sin inconvenientes. En estos tramos, considerando que cada vía posee un ancho de 4 m, el volumen de corte asciende a 168 m³ por tramo, lo que corresponde al material excavado en cada sección de 100 m de longitud.

Por otra parte, en la zona donde no existía camino de piedra de lastre, el corte se diseñó conforme a los modelos verticales del proyecto, adaptando la vía a las pendientes especificadas. Esta sección de 327.84m de longitud y un ancho de 6m presenta como resulta en un volumen de corte de 3461.97 m³ de material excavado.

$$\text{Ancho de un carril de entrada} = 100m * 4m * 0.425m = 168m^3$$

$$\text{Ancho de un carril de salida} = 100m * 4m * 0.425m = 168m^3$$

$$\text{Corte total} = 168m^3 + 168m^3 + 3461.97m^3 = 3797.97m^3$$

5.5.2 Drenaje y alcantarilla.

El cálculo para la longitud de drenaje y alcantarilla se obtiene de la longitud total del proyecto, el cual da como resultado:

$$\text{Drenaje y alcantarilla} = 124.78m$$

5.5.3 Reconformación del terraplén.

Debido a que toda el área del proyecto debe de contar con reconformación del terraplén se calcula el área del terreno:

Tabla 78. Areas de Reconformacion del terraplen.

Tramo de carretera	Longitud(m)	Ancho(m)	Área(m ²)
Carretera de un carril con mejoramiento	200	5.3	1060
Carretera de un carril sin mejoramiento	500.40	5.6	2802.24
Carretera de dos carriles con mejoramiento	287.38	7.3	2097.87
Carretera de dos carriles sin mejoramiento	260	7.6	1976
Total	1247.78		7936.11

5.5.4 Compactación del suelo.

Para el cálculo del suelo que debe de compactarse se debe de tomar en cuenta el área donde se realizara el proyecto el cual da como resultado:

Tabla 79. Areas de Compactacion del suelo.

Tramo de carretera	Longitud(m)	Ancho(m)	Área(m2)
Carretera de un carril con mejoramiento	200	5.3	1060
Carretera de un carril sin mejoramiento	500.40	5.6	2802.24
Carretera de dos carriles con mejoramiento	287.38	7.3	2097.87
Carretera de dos carriles sin mejoramiento	260	7.6	1976
Total	1247.78		7936.11

5.6 Pavimentación

5.6.1 Capa de rodadura de mezcla asfáltica de espesor de 7.5cm

Como ya se tienen las áreas totales donde se realizará la carretera de acceso se multiplica el espesor de base por el área total dando el siguiente resultado:

$$\text{Volumen de carpeta asfaltica} = 0.075m(7893.114m) = 591.98m^3$$

5.6.2 Imprimación asfáltica, equipo distribuidor de asfalto, escoba mecánica.

La imprimación asfáltica se distribuye por áreas, se calcula el área total donde se realizará la carretera dando el siguiente resultado:

Tabla 80. Areas de Imprimacion asfaltica.

Tramo de carretera	Longitud(m)	Ancho(m)	Área(m2)
Carretera de un carril con mejoramiento	200	5.3	1060
Carretera de un carril sin mejoramiento	500.40	5.6	2802.24
Carretera de dos carriles con mejoramiento	287.38	7.3	2097.87
Carretera de dos carriles sin mejoramiento	260	7.6	1976
Total	1247.78		7936.11

Area total de imprimación = 7936.11m2

5.6.3 Base de espesor de 10cm

Como ya se tienen las áreas totales donde se realizará la carretera de acceso se multiplica el espesor de base por el área total dando el siguiente resultado:

$$\text{Volumen de base} = 0.1m(7936.11m^2) = 793.61m^3$$

5.6.4 Sub base de espesor de 25cm

Se realiza mismo calculo como se estipula en el rubro anterior debido a que es la misma área:

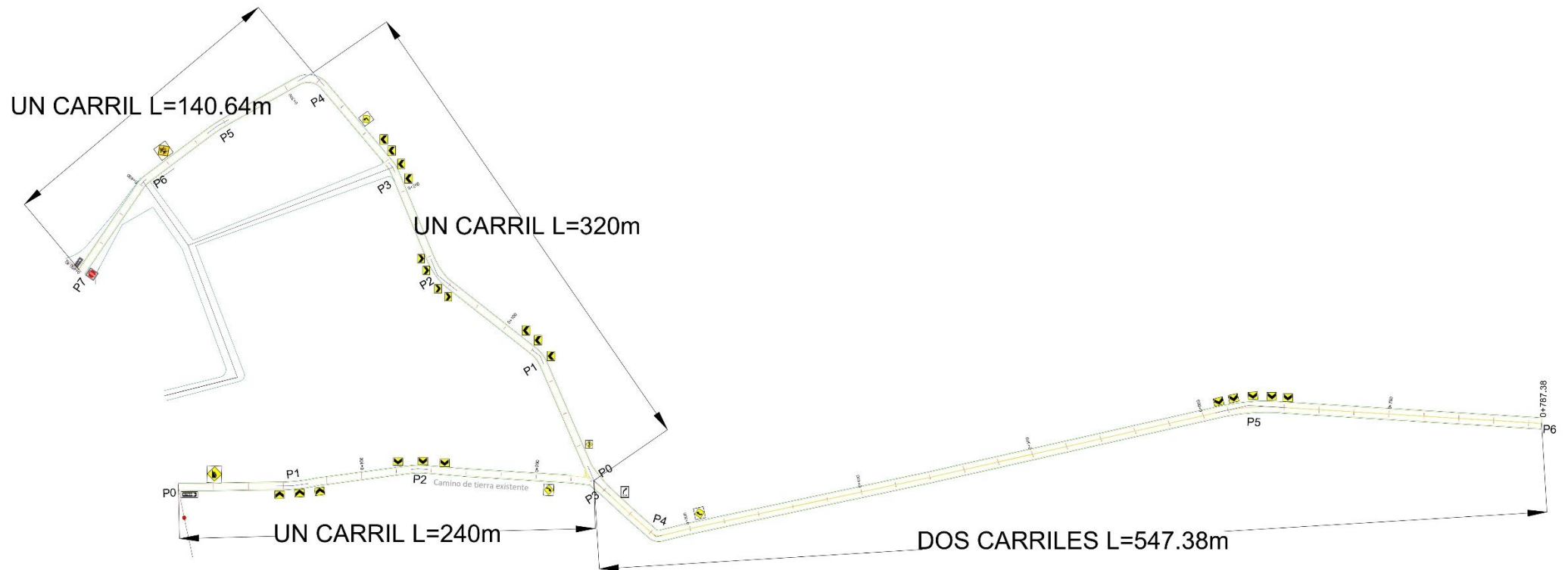
$$\text{Volumen de base} = 0.25m(7893.114m^2) = 1984.03m^3$$

5.6.5 Transporte de base y subbase

Se suma el volumen total de la base de espesor 789.31m³ y el volumen de la sub base de 1984.03m³.

$$Volumen\ total = 789.31m^3 + 1578.62m^3 = 2367.93m^3$$

Figura 56. Longitud de carretera.



5.6.6 Señalización Horizontal Longitudinal (Pintada de la vía 15 cm amarilla)

Para este rubro se duplica la longitud de vía ya que se por cada metro lineal de vía se deben realizar 2 líneas de 15cm de ancho, obteniendo los metros lineales total de pintura que se necesita:

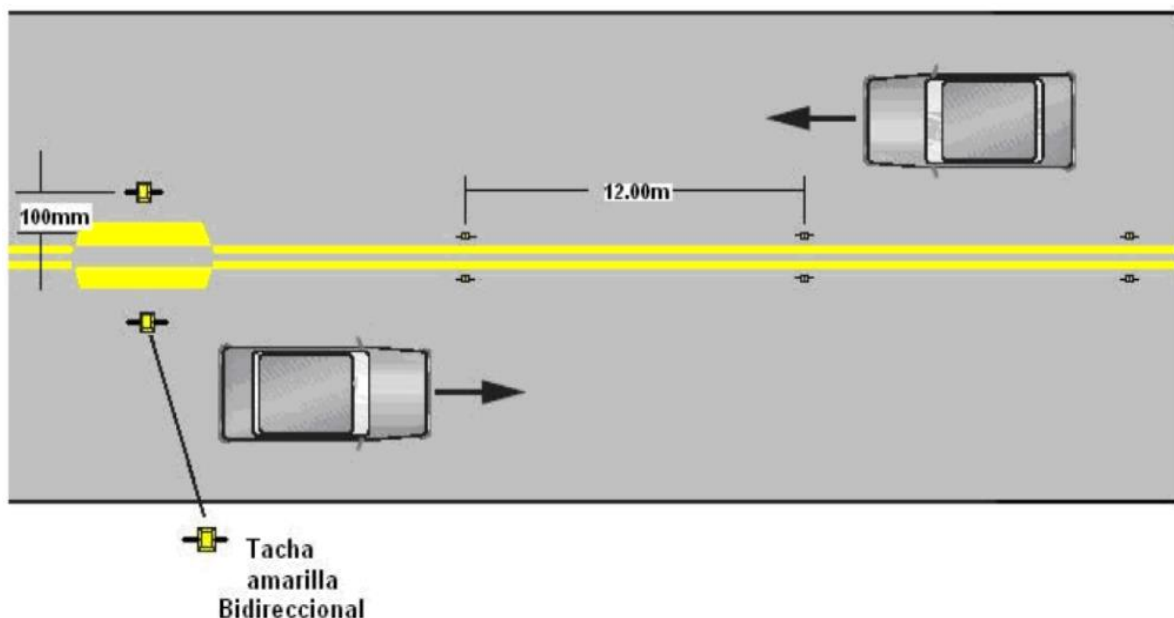
$$\text{Metros lineales de pintura} = 2(1247.78) = 2495.56m$$

5.6.7 Demarcadores o Tachas reflectantes

En base a la norma de separación de tachas para las líneas continuas, cada 12.00m, se divide esta separación para los metros lineales totales y se duplica su valor debido a que tienen que haber dos por cada lado de la vía y en el caso de doble línea continua se ponen dos al centro con las mismas separaciones y esto sumándole dos tachas adicionales para el inicio de la vía.

$$\text{Total de tachas} = \frac{2(1248m)}{12m} + 2 = 210u$$

Figura 57. Líneas continuas. Fuente: (Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador, 2013).



5.6.8 Señales verticales

En la vía analizada se han instalado diversas señales verticales para garantizar la seguridad vial y la correcta orientación de los usuarios. En primer lugar, las señales de regulación incluyen un letrero de “Una vía a la derecha” (R2-1D) ubicado al inicio del carril de entrada.

$$\text{“Una vía a la derecha” (R2 – 1D) = 1 unidad}$$

Se coloca un letrero de “Pare” (R1-1) al final de la vía de salida, asegurando la detención obligatoria de los vehículos.

$$\text{“Pare” (R1 – 1) = 1 unidad}$$

Al inicio del carril de salida se encuentra una señal de “Solo a la derecha” (R2-15D).

$$\text{“Solo a la derecha” (R2 – 15D) = 1 unidad}$$

Las señales de precaución comprenden un letrero que indica “Bajada pronunciada” (P1-1I) a 20 m del inicio del carril de entrada.

$$\text{“Bajada pronunciada” (P1 – 1I) = 1 unidad}$$

Se coloca un letrero de “Precaución curva cerrada a la izquierda” (P1-2I) ubicado a 240 m del inicio del carril de salida.

$$\text{“Precaución curva cerrada a la izquierda” (P1 – 2I) = 1 unidad}$$

Se coloca un letrero de “Precaución escolar” (P6-3) a 480 m del inicio del mismo carril.

$$\text{“Precaución escolar” (P6 – 3) = 1 unidad}$$

Se coloca un letrero de “Curva sinuosa, primera a la derecha” (P1-5D) a 20 m desde que empieza la vía de salida.

$$\text{“Curva sinuosa, primera a la derecha” (P1 – 5D) = 1 unidad}$$

Se colocan dos letreros de “Curva abierta a la derecha” (P1-2D), situados a 200 m en dirección de entrada y 300 m en dirección de salida.

$$\text{“Curva abierta a la derecha” (P1 – 2D) = 2 unidades}$$

En cuanto a las señales de delineación y cambio de rasante, se dispone de “Delineadores de cambio de rasante a la izquierda” (D6-2I), con un total de 11 unidades: tres dentro de los primeros 60 m del carril de entrada, cuatro en el tramo de salida a los 80 m desde que comienza la vía de un carril de salida, y cuatro adicionales a los 220 m.

$$\text{“Delineadores de cambio de rasante a la izquierda” (D6 – 2I) = 11 unidades}$$

Asimismo, se instalaron 12 “Delineadores de cambio de rasante a la derecha” (D6-2D): cuatro a los 140 m del carril de entrada, cuatro en la vía de ingreso a los 620 m, y cuatro más a 140 m desde que inicia el carril de salida.

$$\text{“Delineadores de cambio de rasante a la derecha” (D6 – 2D) = 12 unidades}$$

Estas señales verticales cumplen con las normas técnicas de señalización del MTOP y del INEN, garantizando visibilidad, ubicación estratégica y seguridad en el tránsito vehicular a lo largo de la vía estudiada.

$$\text{Volumen total} = 789.31\text{m}^3 + 1578.62\text{m}^3 = 2367.93\text{m}^3$$

5.7 Valoración integral del costo del proyecto

Este valor incluye todas las especificaciones detalladas en el presupuesto de obra, desde las obras preliminares y el movimiento de tierras, hasta la obra vial y la señalización horizontal y vertical. El presupuesto también considera un 20% adicional para "Gastos adicionales".

5.7.1 Valoración por metro cuadrado

Para hacer una valoración por metro (m) del costo del proyecto, utilizaremos el área total de la carretera. Según la sección "Obras Preliminares" y "Obra Vial", la longitud del trazado y de rodadura es de 1247.78m.

- Costo total del proyecto: \$434,571.32
- Longitud total: 1247.78m

Costo por m = $\$434,571.32 / 1247.78 \text{ m} = \$348.27/\text{ml}$

Costo por km = $\$434,571.32 / 1.24778 \text{ km} = \$348275.59/\text{kml}$

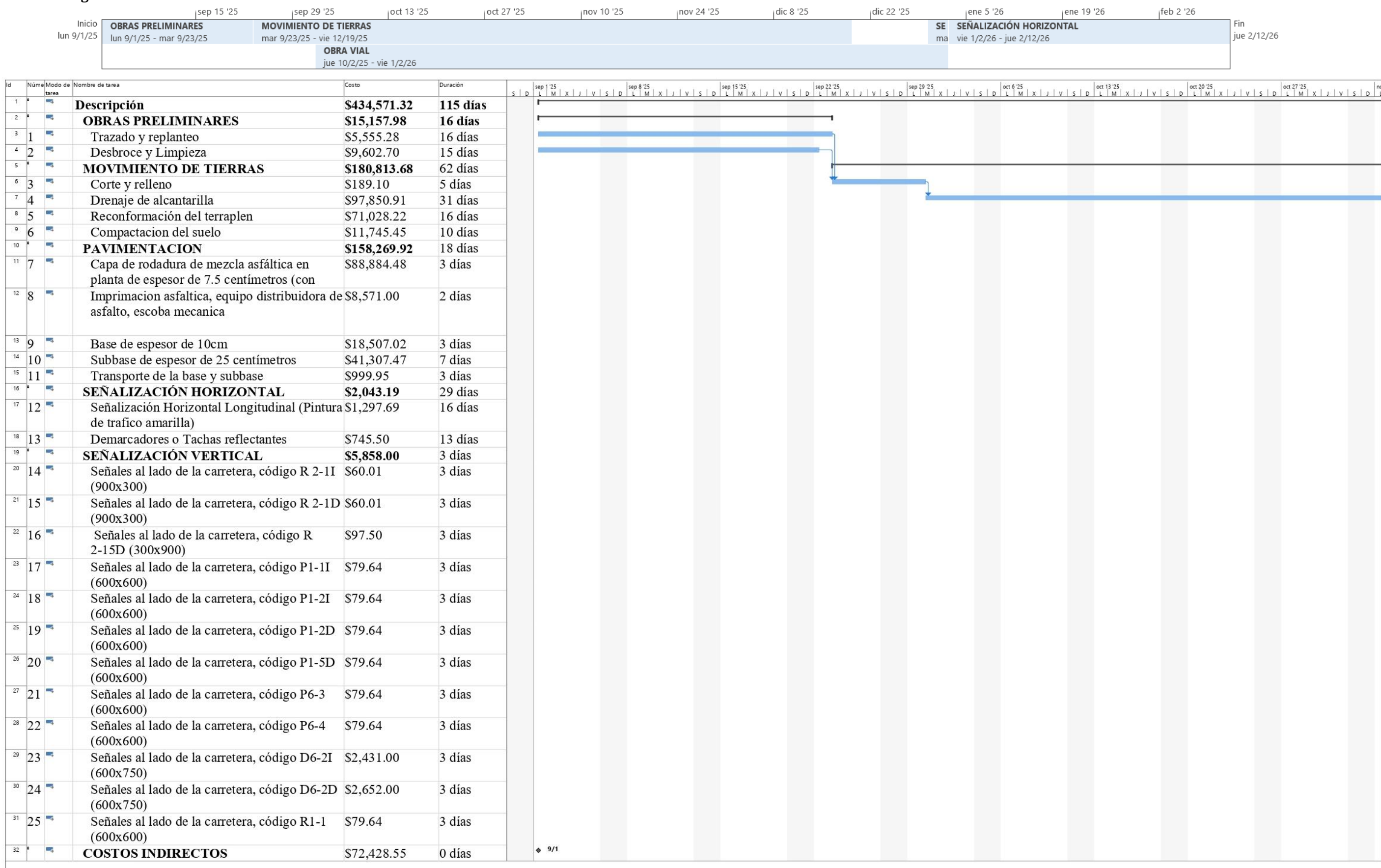
Este costo por metro lineal es de aproximadamente \$348.27, es una referencia útil para comparar este proyecto con otros de construcción de carreteras similares en el mercado. El costo final dependerá de la ubicación, los materiales y la mano de obra.

5.7.2 Duración del proyecto

El proyecto tendrá una duración total de 115 días laborables o aproximadamente 5 meses con 3 semanas.

5.8 Cronograma de obra

5.8.1 Diagrama de Gantt



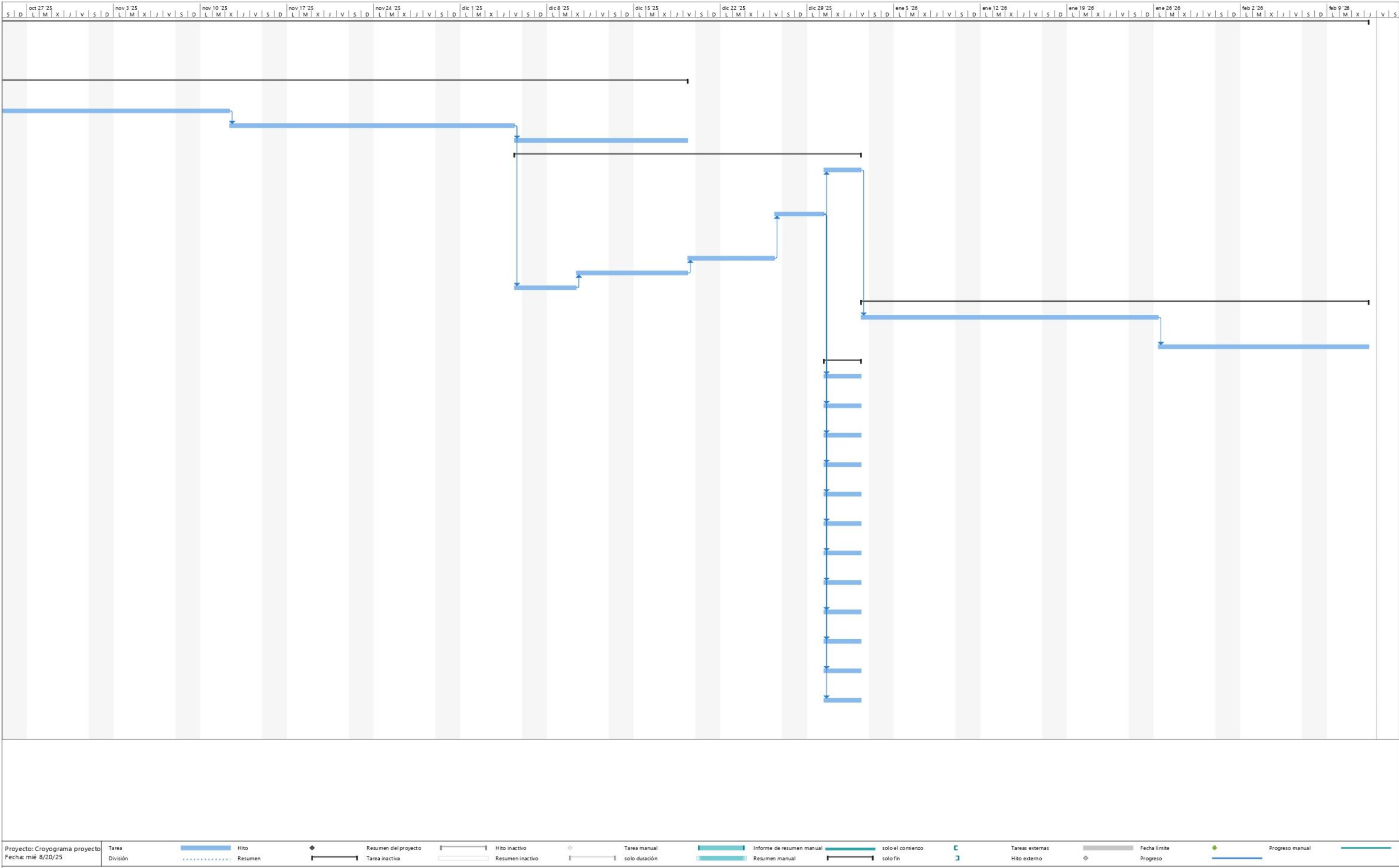


Tabla 81. Presupuesto de proyecto y rendimientos.

PRESUPUESTO DE OBRA											
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		Carretera Perimetral En El Cantón El Oro De 1.25 Km									
Grupo:											
Fecha: 22/8/2025											
Nº	Rubro	Descripción n	Unidad	Cantidad	Precios Unitarios	Costo total	Rendimie nto h/u	Rendimi ento u/h	Tiempo (h)	Rendimie nto U/Día	Tiempo Días
1		OBRAS PRELIMINARES									
1	1,01	Trazado y replanteo	m2	7936.11	\$ 0.70	\$ 5,555.28	0.016	62.5	8	500	16
2	1,02	Desbroce y Limpieza	m2	7936.11	\$ 1.21	\$ 9,602.70	0.015	66.67	8	533.33	15
2		MOVIMIENTO DE TIERRAS									
3	2,01	Corte y relleno	m3	201.17	\$ 0.94	\$ 189.10	0.20	5	8	40	5
4	2,02	Drenaje de alcantarilla	m	1247.78	\$ 78.42	\$ 97,850.91	0.20	5	8	40	31
5	2,03	Reconformación del terraplén	m2	7936.11	\$ 8.95	\$ 71,028.22	0.016	62.5	8	500	16
6	2,04	Compactación del suelo	m2	7936.11	\$ 1.48	\$ 11,745.45	0.01	100	8	800	10
3		PAVIMENTACION									
7	3,01	Capa de rodadura de mezcla asfáltica en planta de espesor de 7.5 centímetros (con transporte)	m2	7936.11	\$ 11.20	\$ 88,884.48	0.0034	294.12	8	2352.94	3
8	3,02	Imprimación asfáltica, equipo distribuidor de	m2	7936.11	\$ 1.08	\$ 8,571.00	0.0017	602.41	8	4819.28	2

		asfalto, escoba mecánica									
9	3,03	Base de espesor de 10cm	m3	793.61	\$ 23.32	\$ 18,507.02	0.03	33.33	8	266.67	3
10	3,04	Subbase de espesor de 25 centímetros	m3	1984.03	\$ 20.82	\$ 41,307.47	0.03	33.33	8	266.67	7
11	3,05	Transporte de la base y subbase	m3	2777.64	\$ 0.36	\$ 999.95	0.01	100	8	800	3
	4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL									
12	4,01	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintura de tráfico amarilla)	m	2495.56	\$ 0.52	\$ 1,297.69	0.078	12.82	8	102.56	24
13	4,02	Demarcadores o Tachas reflectantes	u	210	\$ 3.55	\$ 745.50	0.50	2	8	16	13
	5	SEÑALIZACIÓN VERTICAL									
14	5,01	Señales al lado de la carretera, código R 2-1I (900x300)	u	1.00	\$ 60.01	\$ 60.01	20	0.05	8	0.4	3
15	5,02	Señales al lado de la carretera, código R 2-1D (900x300)	u	1.00	\$ 60.01	\$ 60.01	20	0.05	8	0.4	3
16	5,03	Señales al lado de la carretera, código R 2-15D (300x900)	u	1.00	\$ 97.50	\$ 97.50	20	0.05	8	0.4	3
17	5,04	Señales al lado de la carretera, código P1-1I (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
18	5,05	Señales al lado de la carretera, código P1-2I (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
19	5,06	Señales al lado de la carretera, código P1-2D (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3

20	5,07	Señales al lado de la carretera, código P1- 5D (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
21	5,08	Señales al lado de la carretera, código P6- 3 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
22	5,09	Señales al lado de la carretera, código P6- 4 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
23	5,10	Señales al lado de la carretera, código D6- 2I (600x750)	u	11.00	\$221.00	\$ 2,431.00	20	0.05	8	0.4	3
24	5,11	Señales al lado de la carretera, código D6- 2D (600x750)	u	12.00	\$221.00	\$ 2,652.00	20	0.05	8	0.4	3
25	5,12	Señales al lado de la carretera, código R1- 1 (600x600)	u	1.00	\$ 79.64	\$ 79.64	20	0.05	8	0.4	3
Sub Total de Proyecto						\$ 362,142.76					
Costos indirectos (20%)						\$ 72,428.55					
Total, de Proyecto						\$ 434,571.32					

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Considerando la información topográfica preliminar y los criterios del trazado existentes que se tenía para la carretera de acceso se estimó que esta mediría 6km. Sin embargo, tras realizar un levantamiento topográfico detallado y considerando los resultados obtenidos en el diseño geométrico de la pista de Formula 4 la longitud final de la carretera de acceso es 1.25 km aproximadamente.

Con los resultados obtenidos en el aforo vehicular y en la encuesta de aceptación se obtuvo un TPDA de 889 vehículos por día, cifra que considera a la carretera de acceso como una carretera clase 3. Considerando esta categoría y en base a la normativa que establece el MTOP, se adoptaron los valores para el diseño de las curvas verticales y horizontales considerando parámetros como radios de curva, pendientes máximas, peralte, bombeo, drenaje y señalética.

En el tramo de entrada que va desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+240 se mantuvo el ancho existente de 4.0 m para un carril y desde la intersección en la abscisa 0+240 hasta la quebrada en la abscisa 0+800 se mantuvo el ancho existente de 6.0 m para dos carriles.

Para el tramo de entrada que va desde la abscisa 0+800 hasta la abscisa 0+860 se diseñó un ancho de carretera de 6.0 m con espaldones a cada lado de 0.5 m cada uno.

En el tramo de salida que va desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+464 se mantuvo el ancho existente de 4.0 m

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se estableció el diseño del pavimento conformado por una estructura de:

- 25 centímetros de espesor para la capa subbase de clase II con un $IP < 6$, un $CBR > 30$ y un $LL < 25$.

- 10 centímetros de espesor para la capa base en la que se usara un material de clase 1A con $IP < 6$, un $CBR > 80$ y un $LL < 20$.
- 7.5 centímetros de espesor para la capa de carpeta asfáltica en la que se usara una mezcla con material de 3/4".

6.2 Recomendaciones

Considerando que los datos topográficos fueron tomados con el uso de dron el presente proyecto no confirma un diseño definitivo. Por esto se recomienda que:

La toma de datos topográficos se realice con el uso de herramientas como lo son el nivel topográfico y la estación total, con el fin de obtener las medidas planimétricas y altimétricas reales de la zona del proyecto.

Diseñar un sistema de ducto cajón para el tramo que cruza por la quebrada existente en la zona, para así poder permitir el paso del cauce natural y evitar futuros deslaves e inundaciones.

Debido al alto índice de precipitación en la zona se recomienda el mantenimiento periódico de cunetas y alcantarillas, para garantizar el tiempo de vida útil estimado en el diseño de la carretera de acceso.

En futuros proyectos se sugiere considerar el diseño de un acceso que contemple tanto la entrada como la salida por el mismo punto, debido a que el ancho de la vía diseñada presenta limitaciones que podrían dificultar el tránsito vehicular en condiciones de mayor demanda.

Referencias

- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. MIT Press.
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española* (23rd ed.).
<https://dle.rae.es/vía>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011). *NTC 4883: Diseño geométrico de vías* (2.^a ed.). ICONTEC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Dirección General de Caminos.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016). *Manual de diseño de carreteras*.
 Dirección General de Servicios Técnicos. <https://www.gob.mx/sct>
- Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Seguridad vial y diseño geométrico de carreteras*. <https://www.imt.mx>
- Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Seguridad vial y diseño geométrico de carreteras*. <https://www.imt.mx>
- Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (7th ed.). AASHTO.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2021). **Norma 6.1-IC: Pavimentos**. España.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2017). *Materials for civil and construction engineers* (4th ed.). Pearson.
- Transport Canada. (2011). *Pavement asset design and management guide*. Government of Canada. <https://tc.canada.ca>

Austroroads (2022). Guide to Pavement Technology Part 5.

Yoder, E. J., & Witczak, M. W. (1975). Principles of pavement design (2nd ed.). John Wiley & Sons.

MITMA (2021). *Norma 6.1-IC: Pavimentos*. España.

Tensar International. (s. f.). Flexible pavement structure: Cross-section of flexible pavement showing sub-grade, sub-base, base course, binder course and surface course [Diagrama]. Tensar International.

Meyer, M. D., & Miller, E. J. (2013). Urban transportation planning: A decision-oriented approach (2nd ed.). McGraw-Hill.

FHWA. (2020). Life-Cycle Cost Analysis Primer. Federal Highway Administration.

California Department of Transportation (Caltrans). Caltrans Geotechnical Manual: Soil Cut Slopes (Module), January 2020. Sacramento, CA: Caltrans Division of Engineering Services

Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011. Señales verticales de tránsito. Requisitos. Quito: Ministerio de Obras Públicas. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf

Ministerio de Obras Públicas del Ecuador. (2018). Pliego de licitación: Anillo vial de Santo Domingo. Quito: Ministerio de Obras Públicas. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/LICITACION_OBRA_Anivllo_Vial_StoDomingo_Pliego-MFC.pdf

Generador de Precios Ecuador. (2025). Señal vertical de tráfico.

https://ecuador.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Equipamiento_urbano/TS_Senalizacion_y_soportes_public/Senalizacion_vertical/Senal_vertical_de_trafico_0_2_2_0.html

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Señalización vertical y dispositivos de seguridad vial. Anexo 12. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas_Anexo-12-senalizacion.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2003). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004: Señalización vial. Parte 1: Descripción y uso de dispositivos elementales de control de tránsito. Quito, Ecuador. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-02/REGLAMENTO%20TECNICO%20ECUATORIANO%20DE%20SE%C3%91ALIZACI%C3%93N%20VIAL.pdf>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOP). (2013). Manual NEVI-12: Volumen 6 - Conservación Vial. Quito, Ecuador. https://ingenieriaciviluees.files.wordpress.com/2017/12/01-12-2013_manual_nevi-12_volumen_6.pdf

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOP). (2013). Manual NEVI-12: Volumen 5 - Procedimientos de operación y seguridad vial. Quito, Ecuador. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato. (2020). Especificaciones técnicas para señalización vial. Ambato, Ecuador. https://ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/ESPECIFICACIONES-TECNICAS_senaliza.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1997). Reglamento Técnico Ecuatoriano

RTE INEN 004-6: Señalización vial. Parte 6: Semaforización. Quito, Ecuador.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-004-6.pdf>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE). (2013). Manual NEVI-

12: Volumen 3 - Señalización vial. Quito, Ecuador.

https://ingenieriaciviluees.files.wordpress.com/2017/12/01-12-2013_manual_nevi-12_volumen_3.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato. (2020). Especificaciones

técnicas para señalización vial. Ambato, Ecuador. [https://ambato.gob.ec/wp-](https://ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/ESPECIFICACIONES-TECNICAS_senaliza.pdf)

[content/uploads/2020/10/ESPECIFICACIONES-TECNICAS_senaliza.pdf](https://ambato.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/ESPECIFICACIONES-TECNICAS_senaliza.pdf)

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOPE). (2013). Manual NEVI-

12: Señalización y seguridad vial. Quito, Ecuador.

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5.pdf

PLANOS Y ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRAS PRELIMINARES					
Trazado y replanteo					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18046	Estacas	u	0.02	0.15	
19522	Cal viva 50 Kg	saco	0.05	5.97	0.30
Total materiales					0.3
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón	Hora	0.05	4.05	0.20
15868	Maestro de Obra	Hora	0.02	4.33	0.09
15870	Topógrafo	Hora	0.02	4.55	0.09
Total mano de obra					0.38
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
		Herramientas menores %		5.00%	0.02
		Total equipo, maquinaria y herramientas			0.02
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Trazado de niveles y replanteo		0.7			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMIENTO: 500 m2/día					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Desbroce y Limpieza

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.29	4.05	1.15
Total mano de obra				1.15

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas menores %			5.00%	0.06
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.06

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Desbroce y limpieza	1.21
--	------

Especificaciones técnicas:

RENDIMIENTO: 0.28 Horas/m2

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Corte y relleno

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.20	4.05	0.81
15868 Maestro de Obra	Hora	0.02	4.33	0.09
Total mano de obra				0.9

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas menores %			5.00%	0.04
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.04

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Corte o relleno de terreno hasta 0.20 m. de profundidad sin apisonado	0.94
--	------

Especificaciones técnicas:

Con pico y pala.

RENDIMIENTO: 40m3/día

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Reconformación del terraplén					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales					0
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15868	Maestro de Obra	Hora	0.20	4.33	0.87
15871	Operadores Equipo	Hora	0.20	4.55	0.91
21078	Engrasador	Hora	0.02	4.10	0.08
Total mano de obra					1.86
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18268	Retroexcavador a 75 HP	Hora	0.20	35.00	7.00
		Herramientas menores %		5.00%	0.09
Total equipo, maquinaria y herramientas					7.09
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Reconformación de taludes		8.95			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMIENTO: 0.20 Horas/m2					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Compactación del suelo					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18056	Agua	m3	0.04	0.85	0.03
Total materiales					0.03
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón	Hora	0.02	4.05	0.08
15868	Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.04
15871	Operadores Equipo	Hora	0.02	4.55	0.09
18478	Chofer	Hora	0.01	5.95	0.06
Total mano de obra					0.27
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15879	Motonivelador a	Hora	0.01	56.00	0.56
15882	Rodillo vibratorio doble tambor	Hora	0.01	30.00	0.30
18996	Tanquero	Hora	0.01	30.00	0.30
Herramientas menores %				5.00%	0.01
Total equipo, maquinaria y herramientas					1.17
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Conformación y compactación de subrasante (equipo pesado)		1.48			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMIENTO: 0.01 Horas/m2					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA VIAL

Capa de rodadura de mezcla
asfáltica en planta de espesor de 10
centímetros (con transporte)

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
19499 Fino cribado	m3	0.10	13.50	1.35
19500 Material granular	m3	0.10	13.50	1.35
19501 Diesel	gal	2.94	1.03	3.03
19502 Asfalto AP-3 RC-350	kg	10.92	0.38	4.15
Total materiales				9.88

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.04	4.05	0.15
15868 Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.02
15871 Operadores Equipo	Hora	0.02	4.55	0.09
Total mano de obra				0.27

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15876 Cargadora Frontal	Hora	0.00	35.20	0.12
15881 Rodillo compactador	Hora	0.00	30.00	0.10
15882 Rodillo vibratorio doble tambor	Hora	0.00	30.00	0.10
15886 Planta de asfalto	Hora	0.00	88.00	0.30
18997 Distribuidor de asfalto	Hora	0.00	70.00	0.24
18998 Terminadora de asfalto	Hora	0.00	52.80	0.18
Herramientas menores %			5.00%	0.01
Total equipo, maquinaria y herramientas				1.05

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Carpeta asfáltica 7.5 cm 11.2

Especificaciones técnicas:

RENDIMIENTO: 0.0034 Horas/m2 = 300
m2/hora Aproximadamente

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Imprimación asfáltica, equipo
distribuidor de asfalto, escoba mecánica

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
19501 Diesel	gal	0.05	1.03	0.05
19503 Asfalto	litro	0.84	1.01	0.85
Total materiales				0.9

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.00	4.05	0.01
15868 Maestro de Obra	Hora	0.00	4.33	0.01
15871 Operadores Equipo	Hora	0.00	4.55	0.01
Total mano de obra				0.03

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18997 Distribuidor de asfalto	Hora	0.00	70.00	0.11
18999 Escoba mecánica	Hora	0.00	17.17	0.03
Herramientas menores %			5.00%	0
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.14

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Imprimación asfáltica, equipo
distribuidor de asfalto, escoba mecánica 1.08

Especificaciones técnicas:

RENDIMIENTO: 0.00166 Horas/m² =
Aproximadamente unos 600 m²/hora

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Base de espesor de 10cm					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18056	Agua	m3	0.03	0.85	0.03
19498	Base Clase 3	m3	1.25	15.50	19.38
Total materiales					19.4
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837	Peón	Hora	0.08	4.05	0.33
15868	Maestro de Obra	Hora	0.00	4.33	0.01
15871	Operadores Equipo	Hora	0.05	4.55	0.25
18478	Chofer	Hora	0.03	5.95	0.16
Total mano de obra					0.75
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15879	Motonivelador a	Hora	0.03	56.00	1.51
15881	Rodillo compactador	Hora	0.03	30.00	0.81
18996	Tanquero	Hora	0.03	30.00	0.81
Herramientas menores %				5.00%	0.04
Total equipo, maquinaria y herramientas					3.17
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Base Clase 3		23.32			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMIENTO: 0.03 Horas/m3					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Subbase de espesor de 20 centímetros

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18056 Agua	m3	0.03	0.85	0.03
19368 Sub-Base Clase 3	m3	1.25	13.50	16.88
Total materiales				16.9

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.08	4.05	0.33
15868 Maestro de Obra	Hora	0.00	4.33	0.01
15871 Operadores Equipo	Hora	0.05	4.55	0.25
18478 Chofer	Hora	0.03	5.95	0.16
Total mano de obra				0.75

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15879 Motoniveladora	Hora	0.03	56.00	1.51
15881 Rodillo compactador	Hora	0.03	30.00	0.81
18996 Tanquero	Hora	0.03	30.00	0.81
Herramientas menores %			5.00%	0.04
Total equipo, maquinaria y herramientas				3.17

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Sub-Base Clase 3 20.82

Especificaciones técnicas:

RENDIMIENTO: 0.03 Horas/m3

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Transporte de la base y subbase					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales					0
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18478	Chofer	Hora	0.01	5.95	0.06
Total mano de obra					0.06
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15883	Volqueta 8m3	Hora	0.01	30.00	0.30
Herramientas menores %				5.00%	0
Total equipo, maquinaria y herramientas					0.3
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Transporte de material		0.36			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMINETO: 0.01 Horas/m3					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Señalización Horizontal
Longitudinal (Pintura de tráfico amarilla)

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
18783 Pintura para trafico	gal	0.01	15.00	0.14
Total materiales				0.14

2. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
15837 Peón	Hora	0.05	4.05	0.18
15840 Pintor	Hora	0.05	4.10	0.18
Total mano de obra				0.37

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Herramientas menores %			5.00%	0.02
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.02

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

5. UTILIDAD

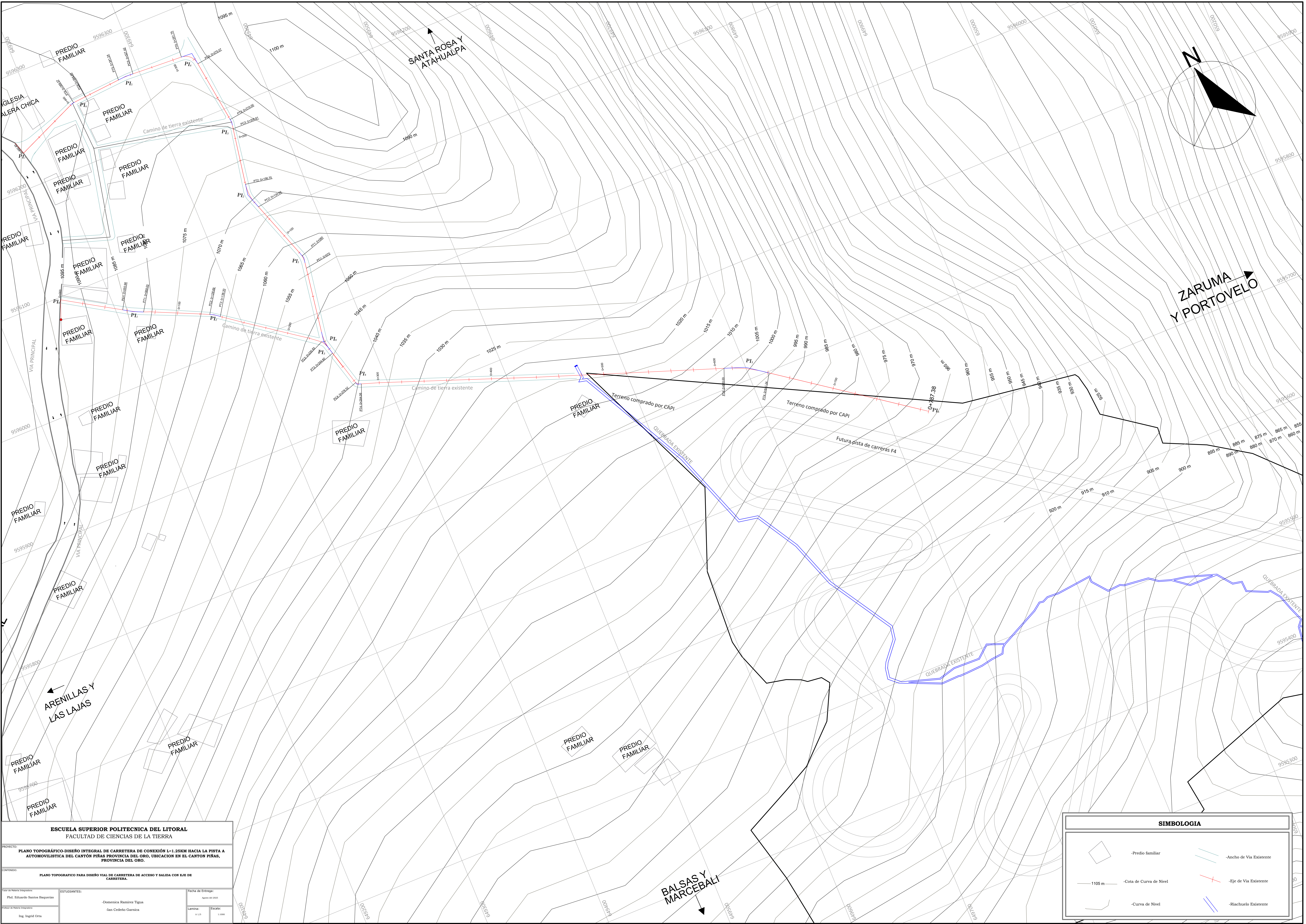
6. IMPUESTOS

Total Precio Unitario de Pintura de trafico 0.52

Especificaciones técnicas:

RENDIMIENTO: 0.05 Horas/m

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Tachas Reflectivas Bidireccionales					
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
ADITIVO DE ADHERENCIA		LTS	0.1	4.68	0.47
TACHAS (CERAMICOS REFLECTIVOS) BIDIRECCIONALES		UNIDAD	1	2.5	2.5
Total materiales					2.97
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
EO_E2		JORNAL/H R	3.01	3.01	0.02
EO_D2		JORNAL/H R	3.05	3.05	0.02
Total mano de obra					0.04
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total equipo, maquinaria y herramientas					0
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total Precio Unitario de Tachas Reflectivas Bidireccionales		3.01			
Especificaciones técnicas:					
RENDIMINETO: 0.50 Horas/m					



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

PLANO TOPOGRAFICO-DISEÑO INTEGRAL DE CARRETERA DE CONEXIÓN L-1.25KM HACIA LA PISTA A AUTOMOVILISTICA DEL CANTÓN PIÑAS PROVINCIA DEL ORO, UBICACION EN EL CANTON PIÑAS, PROVINCIA DEL ORO.

CONTENIDO:

PLANO TOPOGRAFICO PARA DISEÑO VIAL DE CARRETERA DE ACCESO Y SALIDA CON EJE DE CARRETERA.

autor de Materia Integradora:

Phd. Eduardo Santos Baqueriano

ESTUDANTES:

-Domenica Ramirez Tigua
-Ian Cedeño Garrica

Fecha de Entrega:

Agosto del 2023

profesor de Materia Integradora:

Ing. Ingrid Oña

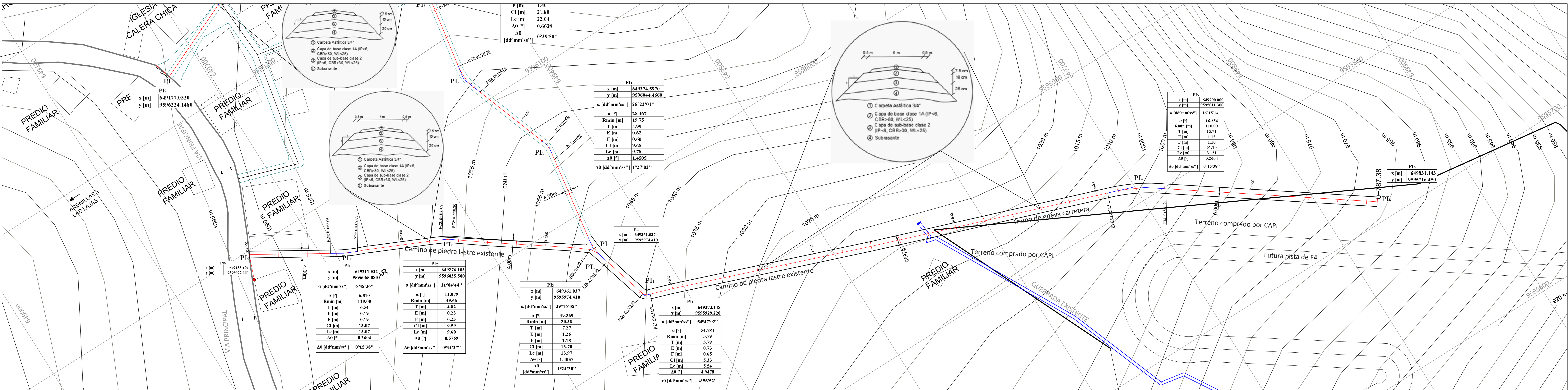
Letrina:

A 1/25

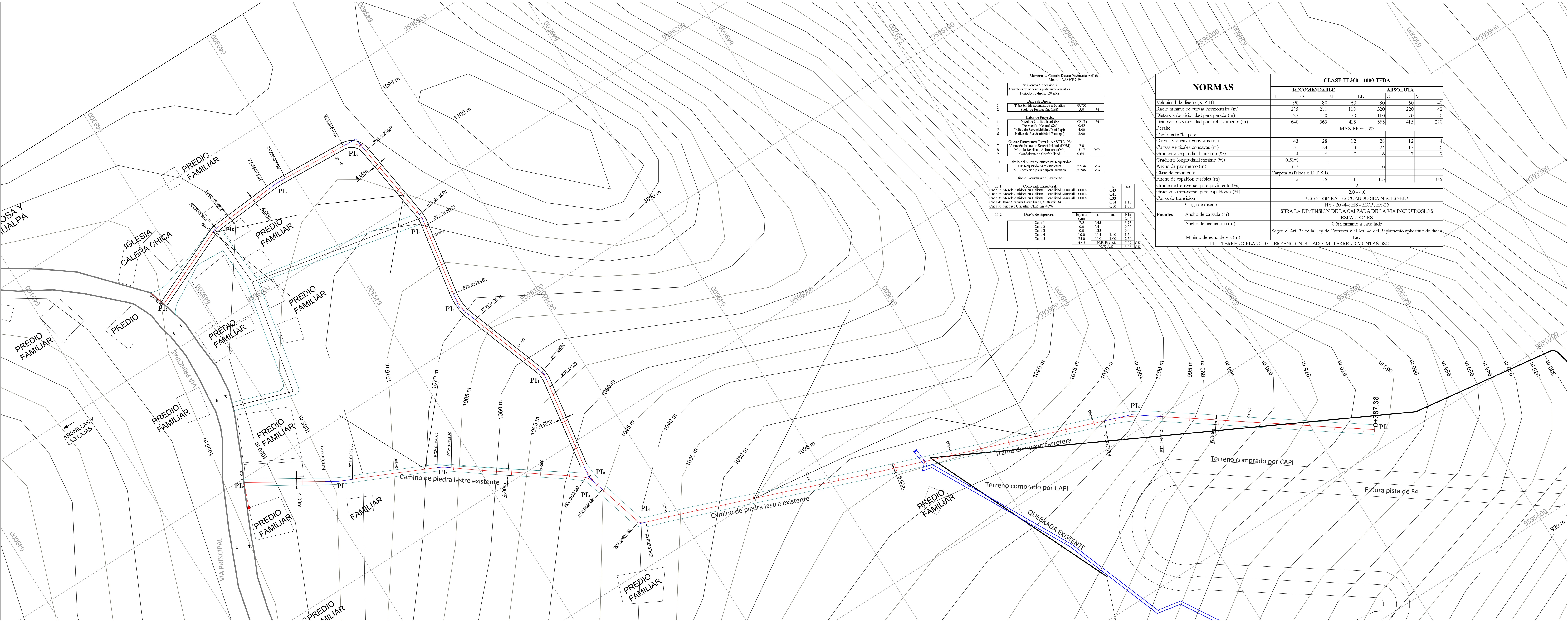
Escala:

1:1000

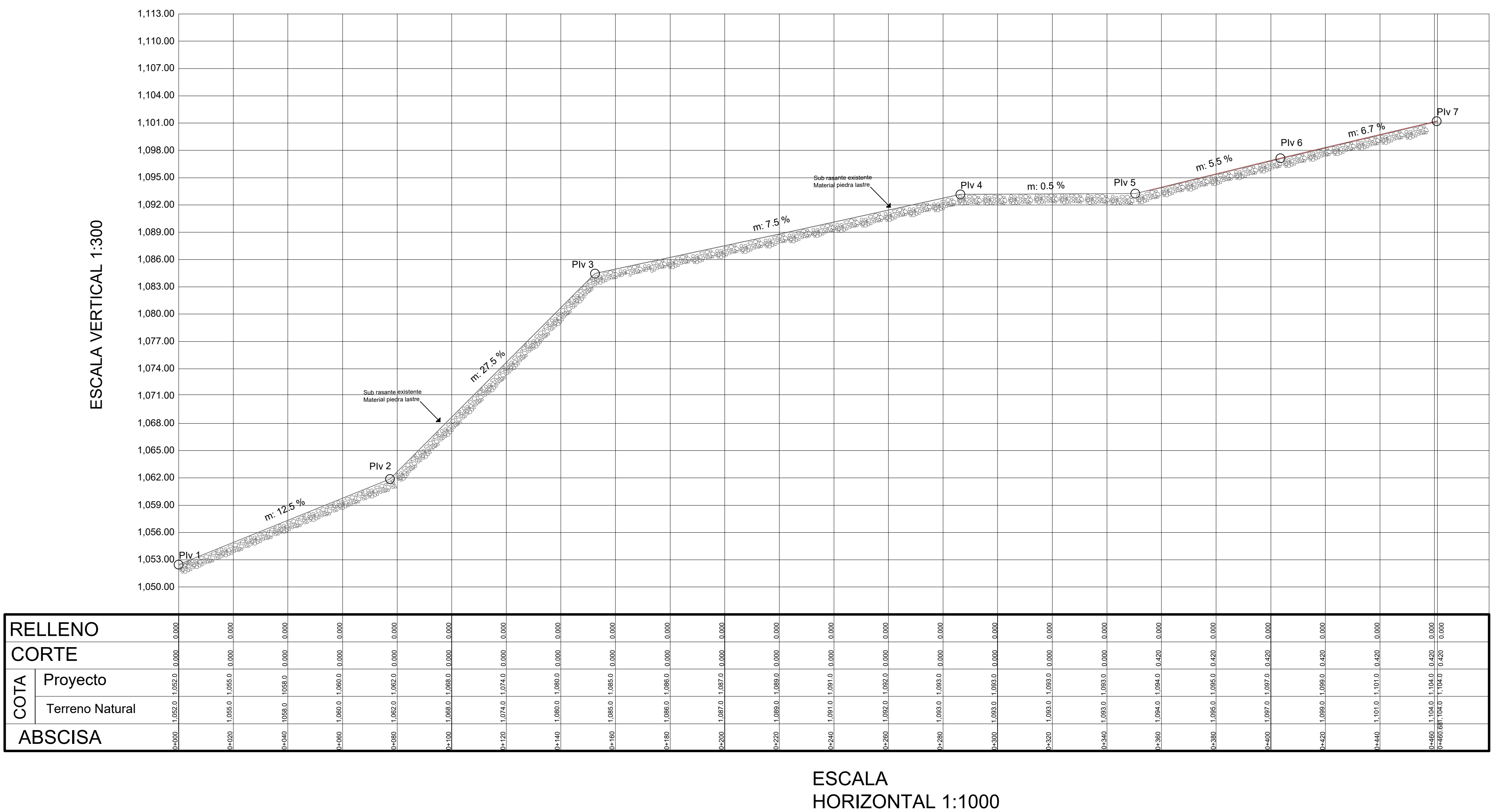
DISEÑO HORIZONTAL DE ENTRADA



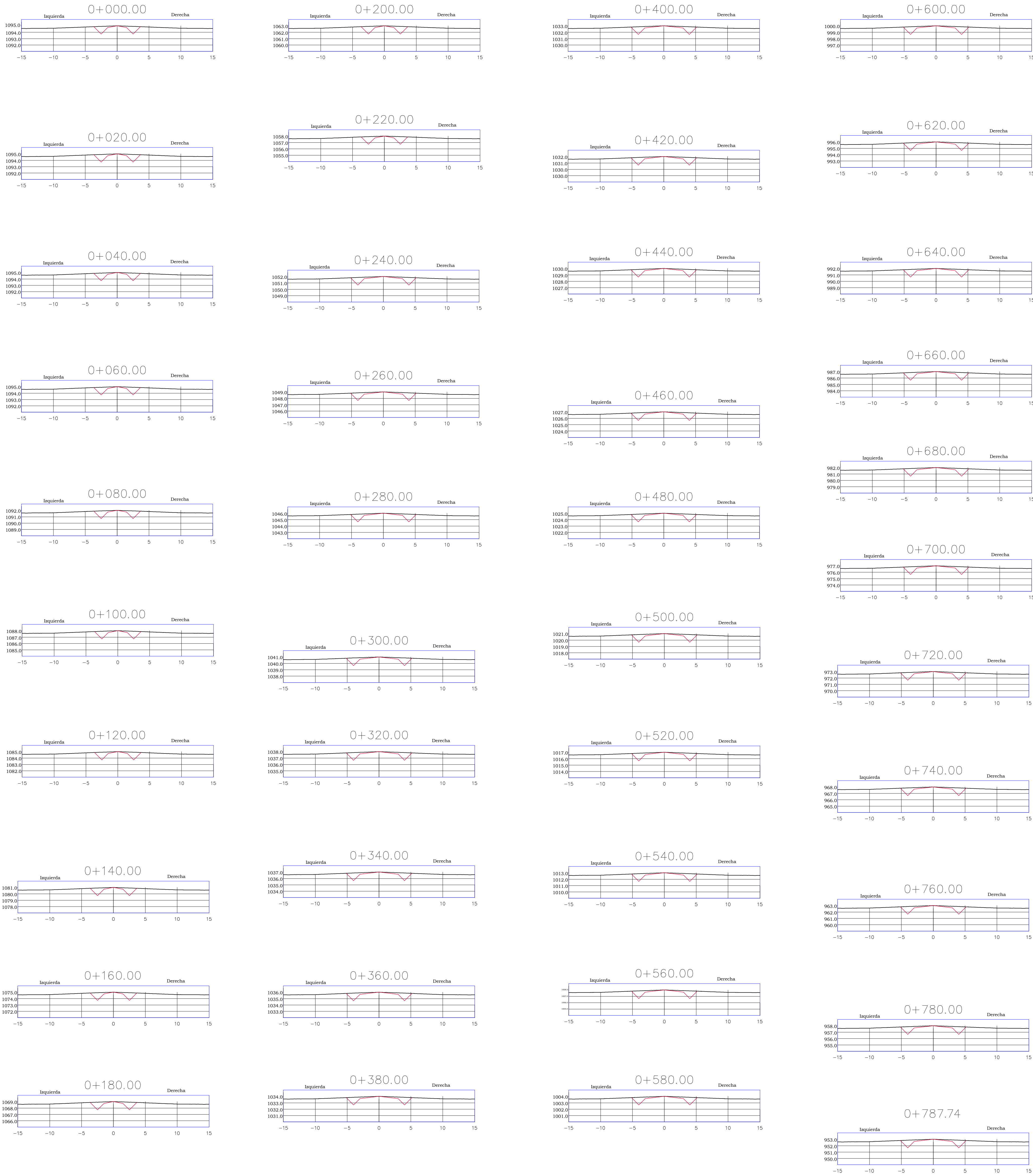
DISEÑO HORIZONTAL DE SALIDA



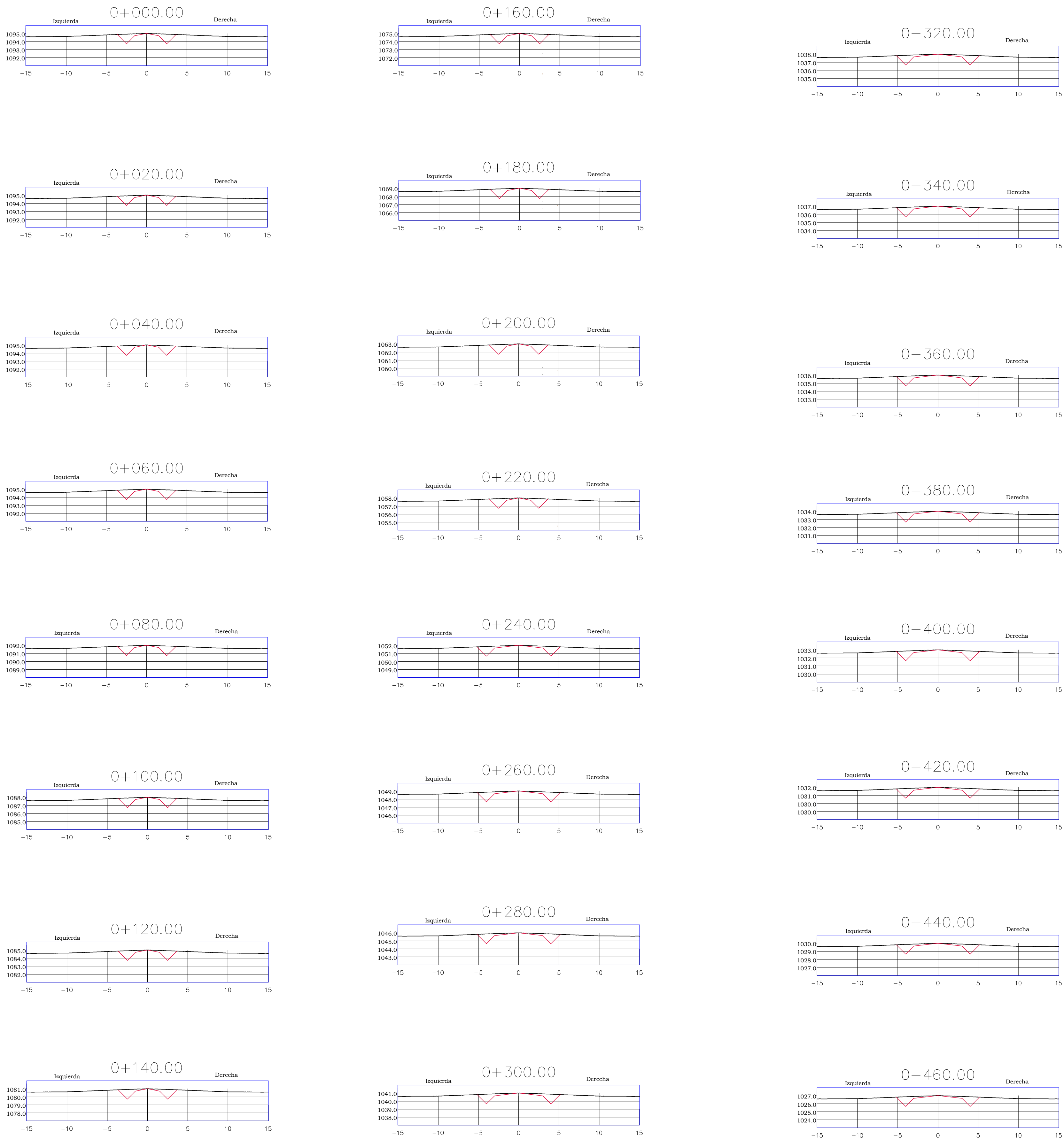
DISEÑO VERTICAL VIA DE SALIDA



SECCION DE ENTRADA



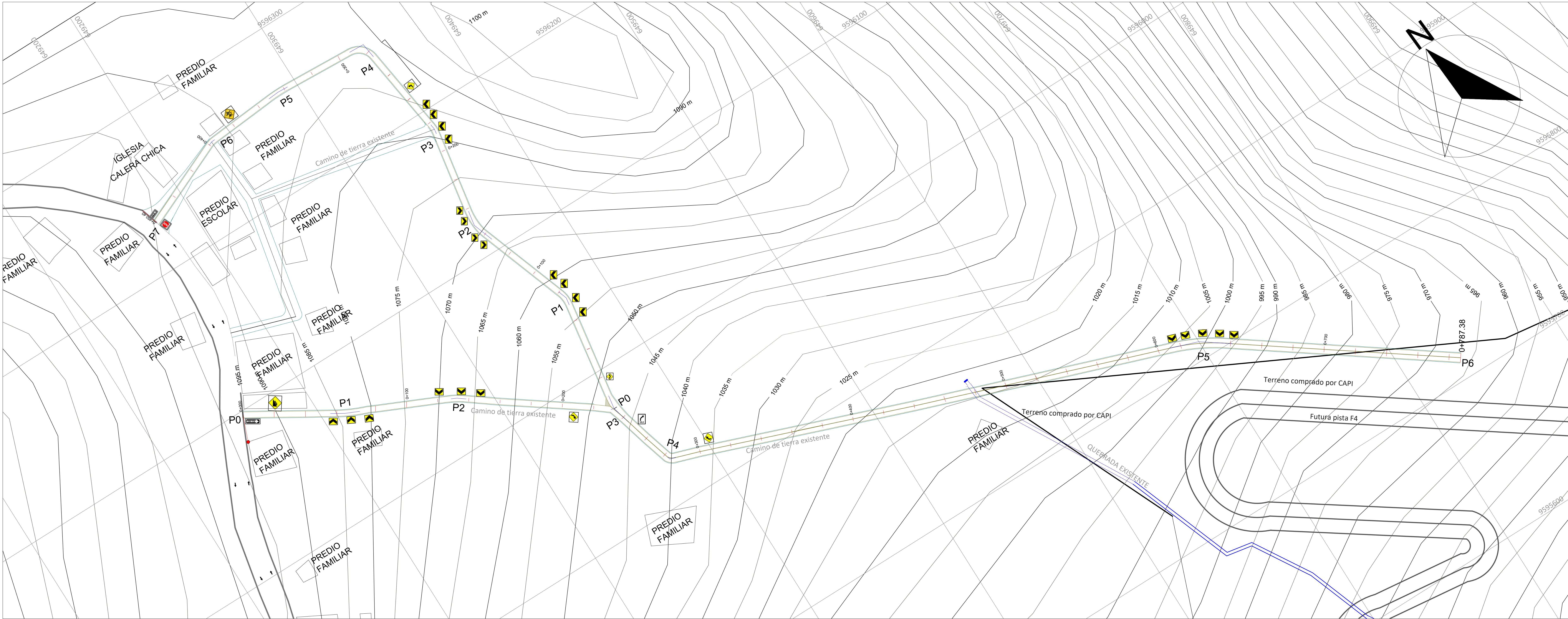
SECCION DE SALIDA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: PLANO TOPOGRÁFICO-DISEÑO INTEGRAL DE CARRETERA DE CONEXIÓN L=1.25KM HACIA LA PISTA A AUTOMOVILISTICA DEL CANTÓN PIÑAS PROVINCIA DEL ORO, UBICACION EN EL CANTON PIÑAS, PROVINCIA DEL ORO.			
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES, SECCION DE ENTRADA Y SECCION DE SALIDA			
Tutor de Materia Integradora: Phd. Eduardo Santos Baquerizo	ESTUDIANTES: -Domenica Ramirez Tigua -Ian Cedeño Garnica		Fecha de Entrega: Agosto del 2023
Profesor de Materia Integradora: Ing. Ingrid Orta			Lamina: A 5/5 Escala: 1:500

DISEÑO VERTICAL

SEÑALIZACION



SEÑALIZACION VERTICAL

PREVENTIVAS



REGULATORIAS



SEÑALIZACION HORIZONTAL

LINEAS CONTINUAS EN LA CARRETERA



LINEAS SEGMENTADAS EN LA CARRETERA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: PLANO TOPOGRÁFICO-DISEÑO INTEGRAL DE CARRETERA DE CONEXIÓN L=1.25KM HACIA LA PISTA A AUTOMOVILISTICA DEL CANTÓN PIÑAS PROVINCIA DEL ORO, UBICACION EN EL CANTON PIÑAS, PROVINCIA DEL ORO.

CONTENIDO: DISEÑO DE SEÑALETICAS VERTICALES & HORIZONTALES

Tutor de Materia Integradora: Phd. Eduardo Santos Baquerizo	ESTUDIANTES: -Domenica Ramirez Tigua -Ian Cedeño Garnica	Fecha de Entrega: Agosto del 2025
Profesor de Materia Integradora: Ing. Ingrid Orta		Lamina: A 4/5 Escala: 1:1000