



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CALAMACA -
CHIQUIURCO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 4+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE
TUNGURAHUA”**

AUTORA: Erika Yessenia Moreta Apuparo

TUTOR: Ing. MSc. Favio Paúl Portilla Yandún

AMBATO - ECUADOR

Marzo - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CALAMACA – CHIQUIURCO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. **Erika Yessenia Moreta Apuparo**, portadora de la cédula de ciudadanía C.I. 1804409280, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2022

Ing. MSc. Favio Paúl Portilla Yandún

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Erika Yessenia Moreta Apuparo** con C.I. 1804409280 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CALAMACA – CHIQUIURCO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2022



Erika Yessenia Moreta Apuparo

C.I. 1804409280

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2022



Erika Yessenia Moreta Apuparo

C.I. 1804409280

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Erika Yessenia Moreta Apuparo de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CALAMACA – CHIQUIURCO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Marzo 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Con mucho amor, dedico este proyecto a mis padres quienes han sido mi motivación y mi fortaleza a lo largo de mi vida.

A mi madre Rosario por ser esa mujer y madre ejemplar, quien me ha inculcado valores y me ha formado como persona, ha sido mi refugio en cada momento y se ha esforzado día tras día por sacarme adelante.

A mi padre Vinicio por enseñarme que con esfuerzo y dedicación se puede conseguir todo lo que se proponga, por darme el ejemplo del trabajo duro y del sacrificio diario.

Por esto y más quiero dedicarles este logro que no solo es mío también es de ustedes y espero en algún momento poder recompensarlos por todo lo que han hecho por mí.

También dedico este logro a mi abuelito José que, aunque ya no se encuentra entre nosotros, siempre permanecerá en mi corazón y en mis pensamientos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgencita, por cuidarme, darme sabiduría, guiarme y permitirme cumplir esta meta anhelada.

A mis padres Rosario y Vinicio quienes han sido mi principal apoyo, soporte y motivación, por creer en mí, apoyarme incondicionalmente y darme ejemplo de superación, gracias a su sacrificio, cariño y consejo hoy he cumplido una de mis metas más anheladas.

Agradecer a mis familiares quienes han sido parte de todo este proceso y me han impulsado a seguir con mis estudios, especialmente quiero agradecer a mi tío Paúl por apoyarme, aconsejarme y estar siempre que lo he necesitado, a mis tíos Juan, Julio, Andrés y a mi abuelita Delia por todas sus enseñanzas, por criarme con valores y desear siempre lo mejor para mí.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica quienes han impartido sus conocimientos, y nos han formado profesionalmente durante estos años, y de manera especial agradecer al Ing. Favio Portilla, por su guía y colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos quienes han estado conmigo en todo momento, ayudándome, motivándome y con quienes he compartido momentos y experiencias inolvidables.

A todos un Dios le pague.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1. Tema	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación.....	3
1.1.3. Fundamentación Teórica.....	4
1.1.3.1. Vías.....	4
1.1.3.1.1. Clasificación de la Red Vial	5
1.1.3.2. Topografía	11
1.1.3.2.1. Sistemas de referencia	12
1.1.3.2.2. Fases de la topografía	16
1.1.3.3. Ingeniería de tránsito	18
1.1.3.3.1. Tránsito.....	18
1.1.3.4. Estudio de Suelos	22
1.1.3.4.1. Tipos de suelo.....	22
1.1.3.4.2. Obtención de muestras de suelo	23
1.1.3.4.3. Ensayos de laboratorio	24

1.1.3.4.4. Clasificación de los suelos.....	30
1.1.3.5. Diseño Geométrico.....	31
1.1.3.5.1. Controles y criterios de diseño	32
1.1.3.5.2. Componentes del diseño.....	34
1.1.3.5.3. Alineamiento horizontal	40
1.1.3.5.4. Alineamiento vertical	49
1.1.3.5.5. Sección transversal	54
1.1.3.6. Pavimento.....	56
1.1.3.6.1. Tipos de pavimentos.....	56
1.1.3.6.2. Capas que forman la estructura del pavimento.....	56
1.1.3.6.3. Diseño de Pavimentos Flexibles.....	58
1.1.3.7. Obras complementarias	63
1.1.3.7.1. Drenaje	63
1.1.3.7.2. Señalización.....	65
1.2. Objetivos	66
1.2.1. Objetivo General	66
1.2.2. Objetivos Específicos.....	66
CAPÍTULO II.	67
METODOLOGÍA	67
2.1. Materiales y Equipos.....	67
2.1.1. Materiales.....	67
2.1.2. Equipos.....	69
2.2. Métodos.....	75
2.2.1. Ubicación del proyecto	76
2.2.1.1. Ubicación macro.....	76
2.2.1.2. Ubicación meso	77
2.2.1.3. Ubicación micro	77
2.2.2. Plan de recolección de datos	81
2.2.2.1. Levantamiento topográfico.....	82
2.2.2.2. Conteo vehicular.....	82
2.2.2.3. Obtención de las muestras de suelo.....	83

2.2.2.4. Ensayos de laboratorio	83
2.2.3. Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	87
2.2.3.1. Plan de Procesamiento.....	87
2.2.3.2. Análisis de Información	87
CAPÍTULO III.....	89
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	89
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	89
3.1.1. Levantamiento topográfico	89
3.1.2. Estudio de Tráfico.....	90
3.1.2.1. Conteo Vehicular.....	90
3.1.2.2. Factor Horario de Máxima Demanda o Factor de Hora Pico.....	92
3.1.2.3. Cálculo del TPDA	93
3.1.2.4. Tráfico Futuro.....	97
3.1.2.5. Clasificación en función del TPDA.....	100
3.1.3. Diseño Geométrico.....	101
3.1.3.1. Datos básicos para el diseño.....	102
3.1.3.1.1. Velocidad de diseño	102
3.1.3.1.2. Velocidad de circulación	102
3.1.3.1.3. Distancia de visibilidad de parada.....	103
3.1.3.1.4. Distancia de visibilidad de rebasamiento	105
3.1.3.2. Alineamiento Horizontal	106
3.1.3.2.1. Radio mínimo de curvatura	106
3.1.3.2.2. Peralte.....	107
3.1.3.2.3. Sobreancho	108
3.1.3.3. Alineamiento Vertical	108
3.1.3.3.1. Gradiente longitudinal.....	108
3.1.3.3.2. Curvas verticales	109
3.1.3.4. Sección Transversal.....	110
3.1.3.4.1. Ancho de la calzada.....	110
3.1.3.4.2. Espaldón o berma	110
3.1.3.4.3. Taludes	110

3.1.3.4.4. Bombeo.....	110
3.1.3.4.5. Sección típica de la vía.....	111
3.1.4. Estudio de suelos.....	111
3.1.4.1. Obtención de muestras de suelo	112
3.1.4.2. Ensayos de laboratorio	114
3.1.4.2.1. Contenido de humedad natural.....	114
3.1.4.2.2. Granulometría.....	114
3.1.4.2.3. Límite líquido y plástico.....	115
3.1.4.2.4. Compactación.....	118
3.1.4.2.5. CBR puntual	118
3.1.5. Diseño del pavimento flexible	119
3.1.5.1. Variables de diseño.....	120
3.1.5.2. Determinación del número estructural para pavimento flexible SN	128
3.1.5.3. Determinación de espesores	129
3.1.5.4. Propiedades de los materiales.....	138
3.1.6. Diseño de obras complementarias.....	141
3.1.6.1. Drenaje	141
3.1.6.1.1. Diseño de cunetas	141
3.1.6.2. Diseño de alcantarillas.....	152
3.1.6.3. Ingeniería Vial y de tránsito	156
3.1.6.3.1. Señalización Horizontal.....	157
3.1.6.3.2. Señalización Vertical.....	157
3.1.7. Volúmenes de obra.....	159
3.1.8. Presupuesto referencial	169
3.1.9. Cronograma de trabajo.....	170
CAPÍTULO IV.....	171
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	171
4.1. Conclusiones	171
4.2. Recomendaciones.....	173
MATERIALES DE REFERENCIA	175
4.3. Bibliografía	175

4.4. Anexos.....	179
ANEXO A. Materiales y Equipos	179
ANEXO B. Levantamiento topográfico	185
ANEXO C. Volumen de corte y relleno.....	195
ANEXO D. Conteo vehicular.....	200
ANEXO E. Estudio de suelos.....	208
ANEXO F. Análisis de Precios Unitarios	244
ANEXO G. Especificaciones Técnicas	273
ANEXO H. Fotografías	286
ANEXO I. Planos	293

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Carreteras por condiciones orográficas.....	6
Tabla 2.	Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	7
Tabla 3.	Índice de crecimiento de tráfico de vehículos (%).....	22
Tabla 4.	Clasificación del suelo de acuerdo al CBR.....	30
Tabla 5.	Velocidades de diseño (km/h).....	33
Tabla 6.	Velocidades de operación	34
Tabla 7.	Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo. Criterio de Diseño: Pavimentos mojados y Gradiente Horizontal (0 %).....	37
Tabla 8.	Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo. Criterio de diseño: Pavimentos mojados cuesta abajo (-) y cuesta arriba (+).....	37
Tabla 9.	Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo ..	40
Tabla 10.	Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”	42
Tabla 11.	Valores mínimos recomendables de la longitud de la espiral ($L_e = 0.036V^3 / R$)	46
Tabla 12.	Peraltes máximos	47
Tabla 13.	Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte	48
Tabla 14.	Longitud mínima de la tangente vertical.....	51
Tabla 15.	Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)	51
Tabla 16.	Gradientes y longitudes máximas	52
Tabla 17.	Coefficiente K para curvas verticales mínimas.....	54
Tabla 18.	Ancho de zona.....	55
Tabla 19.	Anchos mínimos de calzada.....	55
Tabla 20.	Áridos para subbase	57
Tabla 21.	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para las bases	58
Tabla 22.	Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera.....	59
Tabla 23.	Factor de distribución por carril.....	60
Tabla 24.	Valores del Nivel de Confianza R de acuerdo al tipo de camino.....	60
Tabla 25.	Factores de Desviación Normal	60
Tabla 26.	Espesores mínimos en pulgadas en función de los ejes equivalentes ..	62

Tabla 27.	Calidad del drenaje.....	63
Tabla 28.	Valores de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares.....	63
Tabla 29.	Ubicación geográfica del proyecto.....	78
Tabla 30.	Formato para el conteo vehicular.....	91
Tabla 31.	Resumen del conteo vehicular semanal.....	91
Tabla 32.	Hora pico.....	92
Tabla 33.	TPDA actual.....	94
Tabla 34.	Tránsito atraído.....	95
Tabla 35.	Tránsito generado.....	96
Tabla 36.	Tránsito desarrollado.....	96
Tabla 37.	Resumen del tránsito actual.....	97
Tabla 38.	Índice de crecimiento de tráfico de vehículos (%).....	98
Tabla 39.	Proyección del tráfico para 20 años.....	99
Tabla 40.	Relación Función, Clase MOP y Tráfico.....	100
Tabla 41.	Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.....	100
Tabla 42.	Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.....	101
Tabla 43.	Velocidades de diseño (km/h).....	102
Tabla 44.	Velocidades de operación.....	103
Tabla 45.	Valores de Diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo. Criterio de Diseño: Pavimentos mojados.....	104
Tabla 46.	Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo.....	105
Tabla 47.	Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.....	107
Tabla 48.	Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%).....	108
Tabla 49.	Gradientes y longitudes máximas.....	108
Tabla 50.	Anchos mínimos de calzada.....	110
Tabla 51.	Ubicación de calicatas.....	112
Tabla 52.	Resultados de Contenido de humedad natural.....	114
Tabla 53.	Resultados de Granulometría.....	114

Tabla 54.	Resultados de los Límites de Atterberg	115
Tabla 55.	Cálculo del índice de grupo.....	116
Tabla 56.	Clasificación del suelo	117
Tabla 57.	Resultados Ensayo Próctor Modificado.....	118
Tabla 58.	Resultados CBR puntual	118
Tabla 59.	Clasificación del suelo de acuerdo al CBR.....	119
Tabla 60.	Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera.....	120
Tabla 61.	Factores de daño según el tipo de vehículo.....	121
Tabla 62.	Factor de distribución por carril.....	121
Tabla 63.	Factor de distribución por dirección	122
Tabla 64.	Resumen del número de ejes equivalentes acumulados.....	123
Tabla 65.	Espesores mínimos en pulgadas en función de los ejes equivalentes	123
Tabla 66.	Límites para la selección de resistencia	124
Tabla 67.	Resultados CBR puntual	124
Tabla 68.	Datos de CBR.....	125
Tabla 69.	Valores del Nivel de Confianza R de acuerdo al tipo de camino.....	126
Tabla 70.	Factores de Desviación Normal	126
Tabla 71.	Resumen de datos.....	128
Tabla 72.	Control de calidad de mezclas asfálticas.....	130
Tabla 73.	Valores de a_1	131
Tabla 74.	Coefficientes de la capa base “a2”	132
Tabla 75.	Coefficientes de la capa sub-base “a3”	133
Tabla 76.	Calidad del drenaje.....	134
Tabla 77.	Valores de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares.....	134
Tabla 78.	Resumen de datos necesarios para el cálculo de los espesores.....	135
Tabla 79.	Cálculo de los Espesores del Pavimento	136
Tabla 80.	Espesores de las capas del pavimento	137
Tabla 81.	Áridos para subbase	139
Tabla 82.	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para las bases	139
Tabla 83.	Granulometría de agregados	140

Tabla 84.	Coefficientes de rugosidad de Manning	143
Tabla 85.	Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)	144
Tabla 86.	Cálculo de caudales y velocidades	146
Tabla 87.	Coeficiente de escurrimiento.....	148
Tabla 88.	Ecuaciones para estaciones seleccionadas	150
Tabla 89.	Intensidad máxima (mm/h)	150
Tabla 90.	Coeficiente de escorrentía para la fórmula de Talbot	154
Tabla 91.	Presupuesto Referencial del proyecto	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica 1.	Camino Agrícola/Forestal	8
Gráfica 2.	Camino Básico	8
Gráfica 3.	Carretera Convencional Básica	9
Gráfica 4.	Carretera de Mediana Capacidad	9
Gráfica 5.	Vías de Alta Capacidad Interurbana	9
Gráfica 6.	Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana.....	10
Gráfica 7.	Ejemplo de planimetría y altimetría.....	12
Gráfica 8.	Coordenadas cartesianas X, Y, Z y Coordenadas geográficas latitud (ϕ), longitud (λ) y altura elipsoidal (h)	13
Gráfica 9.	Proyecciones cartográficas.....	14
Gráfica 10.	Elipsoide transformado en un cilindro	15
Gráfica 11.	Mapamundi del sistema UTM.....	15
Gráfica 12.	Proceso del levantamiento topográfico	16
Gráfica 13.	Tipos de suelos	23
Gráfica 14.	Curva granulométrica en escala semilogarítmica.....	25
Gráfica 15.	Estados de consistencia de un suelo	27
Gráfica 16.	Curva humedad-densidad seca	29
Gráfica 17.	Determinación del índice CBR.....	30
Gráfica 18.	Componentes del diseño geométrico.....	32
Gráfica 19.	Distancia visual de parada	35
Gráfica 20.	Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras.	38
Gráfica 21.	Elementos geométricos de una curva simple.....	43
Gráfica 22.	Geometría curva espiral – circular - espiral	45
Gráfica 23.	Sobreechanco requerido en una curva	49
Gráfica 24.	Alineamiento vertical	50
Gráfica 25.	Tangente vertical	50
Gráfica 26.	Elementos de la curva vertical.....	52
Gráfica 27.	Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta	54
Gráfica 28.	Espesores de las capas granulares	62
Gráfica 29.	Mapa de Sudamérica y ubicación de Ecuador.....	76

Gráfica 30.	Mapa de Ecuador y de la provincia de Tungurahua.....	77
Gráfica 31.	Mapa del Cantón Ambato y ubicación de la parroquia San Fernando 78	
Gráfica 32.	Ubicación de la vía Calamaca – Chiquiurco Km 0+000 – 4+000....	79
Gráfica 33.	Ubicación de la estación de conteo	90
Gráfica 34.	Sección transversal típica	111
Gráfica 35.	Ubicación de las calicatas.....	113
Gráfica 36.	Carta de plasticidad AASHTO	116
Gráfica 37.	Carta de plasticidad SUCS	117
Gráfica 38.	Determinación del CBR de diseño	125
Gráfica 39.	Cálculo del Número Estructural	129
Gráfica 40.	Nomograma para el coeficiente estructural a1	130
Gráfica 41.	Nomograma para el coeficiente estructural a2	132
Gráfica 42.	Nomograma para el coeficiente estructural a3	133
Gráfica 43.	Espesores de las capas del pavimento del proyecto	138
Gráfica 44.	Dimensiones propuestas para la cuneta.....	144
Gráfica 45.	Detalle de las alcantarillas	155
Gráfica 46.	Cajón de entrada-Vista superior	156
Gráfica 47.	Cajón de entrada – Vista frontal.....	156

RESUMEN

La elaboración del presente proyecto técnico tiene como finalidad el diseño de la vía que comunica los sectores de Calamaca y Chiquiurco, fomentando el desarrollo socioeconómico, turístico y comercial del sector. El proyecto comprende el diseño geométrico completo de la vía, la estructura del pavimento, obras complementarias y la estimación del presupuesto referencial. Para esto fue necesario realizar trabajos de campo como el levantamiento topográfico, estudio de tráfico y análisis de suelos.

Se realizó el levantamiento topográfico de la vía, con ayuda de la Estación Total tomando puntos del eje y borde de la vía y detallando puntos de interés como edificaciones, alcantarillas y cursos de agua. El estudio de tráfico se efectuó mediante un conteo manual de vehículos, obteniendo un TPDA de 230 vehículos/día para el año 2041, clasificando a la vía como un camino vecinal clase IV.

El diseño geométrico se realizó de acuerdo a la topografía del terreno y basándose en las normas MTOP 2003 y NEVI-12. Mientras que para el diseño del pavimento se efectuaron los ensayos de laboratorio correspondientes y aplicando el Método AASHTO-93, se obtuvieron los espesores de las diferentes capas de la estructura del pavimento.

Además, se diseñaron las obras de drenaje como son las cunetas y alcantarillas, las mismas que contribuyen a conservar la vía ya que controlan el agua superficial y la evacúan.

Finalmente, se estimó el presupuesto referencial del proyecto, estableciendo los rubros, volúmenes de obra y especificaciones técnicas.

Palabras clave: Vías, Diseño geométrico, Pavimentos, Suelos, Tráfico, Presupuesto.

ABSTRACT

The elaboration of the current technical project has as purpose the design of the road that connects the sectors of Calamaca and Chiquiurco, for promoting the socioeconomical, touristic and commercial development of the sector. The project includes the complete geometric design of the highway, its pavement structure, complementary works, and the estimation of the referential budget. It was necessary to carry out field works such as topographic survey, traffic study and soil analysis.

The topographic survey of the road was carried out with the help of the Total Station, taking points of the axis and edge of the road and detailing points of interest such as buildings, culverts and watercourses. The traffic study was carried out through a manual vehicle count, obtaining a TPDA of 230 vehicles/day for the year 2041, classifying the road as a Class IV country road.

The geometric design was carried out according to the topography of the terrain and based on the MTOP 2003 and NEVI-12 standards. While for the pavement design, the corresponding laboratory testgs were performed and, applying the AASHTO-93 Method, the thicknesses of the different layers of the pavement structure were obtained.

In addition, drainage works were designed, such as gutters and sewers, which contribute to preserve the road by controlling and evacuating the surface water.

Finally, the referential budget for the project was estimated, establishing the items, volumes of works and technical specifications.

Keywords: Highways, Geometric design, Pavements, Soils, Traffic, Budget.

CAPÍTULO I.

MARCO TEÓRICO

1. Tema

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA CALAMACA – CHIQUIURCO DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

Las vías tienen un papel fundamental en el desarrollo económico y social de cualquier país ya que estas son las arterias que conectan todo su territorio, permitiendo el transporte y comercio entre las diferentes regiones y ciudades. Se constituyen en un elemento importante en el crecimiento del país y mejoran la calidad de vida de sus habitantes. [1]

La magnitud y calidad de la infraestructura vial representa el nivel de desarrollo que tiene el país, por lo cual, todos los países buscan realizar y modernizar su infraestructura vial logrando niveles máximos de cobertura de su territorio nacional y contribuyendo a que el país pueda atender las necesidades de la población y alcanzar un mayor crecimiento económico. [2], [3]

Ecuador, a través del Plan Estratégico de Movilidad (2013-2037) busca “potenciar la cohesión y equilibrio del territorio, facilitando la movilidad interna del país, minimizando el impacto en el ambiente y asegurando la sostenibilidad del mismo en años venideros”, esto con la finalidad de ofrecer mayores beneficios socioeconómicos a la población y fortalecer las economías locales. [4] Para alcanzar este objetivo es

preciso dotar de vías que conecten todo el territorio ecuatoriano, es decir, construir vías tanto para sectores urbanos como para rurales, de manera que exista una comunicación rápida y directa entre estos sectores.

El presente proyecto se encuentra ubicado en la parroquia San Fernando localizada en la parte occidental de la provincia de Tungurahua a 22 Km de la ciudad de Ambato, capital de la provincia. Cuenta con una superficie de 106.37km² y sus límites políticos son: al Norte la provincia de Cotopaxi al Sur Pilahuín, al Este la parroquia de Quisapincha y Pasa, y al Oeste la provincia de Bolívar. [5]

En la parroquia se tiene aproximadamente 1358,65 hectáreas de tierra destinadas a las actividades agropecuarias, lo que representa el 12,77 % del territorio parroquial, mientras que aproximadamente 8290,63 has corresponden a páramos, correspondiendo al 77,94 % del territorio. Se estima que la población es de 3000 habitantes y sus principales fuentes de ingresos económicos son la agricultura cultivando productos como papas, mellocos, cebada y cebolla, principalmente; la crianza de especies menores y la ganadería. [5]

La vía en estudio inicia en el sector de Calamaca conectando con Chiquiurco, la misma presenta dificultades en su recorrido ya que al ser una vía realizada empíricamente no cuenta con un diseño geométrico adecuado, ni estudios de suelos necesarios y debido a su ubicación y precipitaciones presenta condiciones desfavorables en ciertos tramos dificultando el paso de los vehículos hacia los sectores cercanos a esta.

Debido a esto, el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Fernando presenta la necesidad de realizar el diseño geométrico de la vía y del pavimento, cuyo objetivo principal es brindar accesibilidad a las zonas productivas cercanas a la vía mediante una ruta segura, cómoda y rápida y garantizar la comunicación del sector Calamaca con el Embalse Chiquiurco y sus alrededores.

1.1.2. Justificación

Con el crecimiento de la población y la expansión de las ciudades surge la necesidad del ser humano de moverse, de contar con caminos, carreteras, vías que le permitan conectarse con otros sectores, ciudades, etc. lo que conlleva a buscar e implementar redes viales que permitan garantizar la movilidad de los habitantes de una forma rápida y segura. [6]

La red vial es el conjunto de vías de un país o región, es fundamental para la comunicación de los habitantes y está constituida por calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales, y sus obras complementarias, permitiendo satisfacer las necesidades de educación, trabajo, alimentación y salud; lo que beneficia al desarrollo y crecimiento del país. [7]

La red vial de Ecuador cuenta con vías primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales conectando gran parte del territorio ecuatoriano, pero en ciertos sectores como es el caso de poblaciones en la región Sierra estas vías no existen, provocando que sus habitantes no puedan comunicarse de una forma adecuada con las grandes ciudades, por consiguiente se busca planificar, diseñar y construir vías que conecten estos poblados para fortalecer su desarrollo y su integración al resto del territorio. [8], [9]

El diseño de una vía comprende un diseño geométrico y del pavimento. El diseño geométrico relaciona los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno, definiendo el alineamiento horizontal, vertical y la sección transversal. [2], [10]

Una vez que se realice el diseño geométrico se procede con el diseño del pavimento para lo cual es necesario realizar diferentes ensayos del suelo con la finalidad de conocer las propiedades de éste y así determinar los materiales y espesores más adecuados para las diferentes capas del pavimento. [2]

El presente proyecto técnico trata sobre el diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco de 4km perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, buscando brindar seguridad y comodidad a los usuarios de la misma.

La ejecución del proyecto beneficia a la parroquia San Fernando y sus alrededores, sobre todo en su economía, ya que la población cuenta con sembríos en estos sectores y necesitan una vía que facilite tanto el ingreso de los agricultores a los sembríos de forma rápida y segura como el transporte desde éstos hacia los mercados de la ciudad para la venta de sus productos.

Además, la implementación de la vía beneficia los recorridos que se realizan hacia el embalse Chiquiurco reduciendo el tiempo de viaje y proporcionando seguridad vial al usuario ya que al utilizar vías alternas como son las de LLangahua y Tiliví requieren mayor tiempo y cuidado en su trayecto.

1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1. Vías

Una vía es una infraestructura transitable para vehículos automotrices acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, brindando a los usuarios comodidad, seguridad y bajos costos en el transporte. [11] Constituyen una necesidad social, ya que representan uno de los patrimonios más valiosos con el que cuenta cualquier país. [2]

En el proyecto integral de una vía se busca que sea:

- ✓ Funcional: dependiendo de su tipo, características geométricas y tránsito, de forma que brinde una adecuada movilidad a través de una velocidad suficiente.
- ✓ Cómoda: una vía será cómoda en la medida en que se disminuyan las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones.
- ✓ Estética: genera vistas agradables y producir en el conductor un recorrido fácil.
- ✓ Económica: ofrece el menor costo posible en su construcción sin comprometer su seguridad, vida útil, comodidad y cumplimiento de sus objetivos.

- ✓ Medio ambiente: la vía deberá adaptarse a la topografía natural, a los usos del suelo, al valor de la tierra, y minimizar los impactos ambientales. [12]
- ✓ Segura: la vía tendrá un diseño simple, uniforme y consistente.

1.1.3.1.1. Clasificación de la Red Vial

Las carreteras en el país se las clasifican:

a) Según su función

✓ **Vías primarias o de primer orden**

Son las vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de las provincias, integran las principales zonas de producción y de consumo del país. Estas vías pueden ser de calzadas divididas y siempre pavimentadas. [12]

✓ **Vías secundarias o de segundo orden**

Son las vías que unen cabeceras municipales, provienen de una cabecera municipal y conectan con una vía Primaria. Estas vías pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. [12]

✓ **Vías terciarias o de tercer orden**

Son las vías de acceso que unen cabeceras municipales. Estas vías deben funcionar en afirmado. [12]

b) Según su competencia

El sistema vial en Ecuador se encuentra agrupado de acuerdo a las competencias de los niveles de los Gobiernos Autónomos Descentralizados siendo:

✓ **Red Vial Estatal**

Es de competencia del estado y su administración está a cargo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, su función principal es integrar los principales centros de consumo del país. Forman la red primaria de carreteras.

✓ **Red Vial Provincial**

Están bajo la responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales.

✓ **Red Vial Cantonal**

Son aquellas vías urbanas y/o suburbanas y rurales a cargo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Cantonales. [13]

c) **Según las condiciones orográficas**

Se clasifican según la topografía predominante en el sitio del proyecto, a lo largo de una vía pueden presentarse diferentes tipos de terreno, clasificándose en base a las pendientes de las laderas naturales alrededor de la vía. Las pendientes son las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido longitudinal y transversal del eje de la vía, la línea de máxima pendiente sobre el terreno natural, es la inclinación máxima del terreno en cualquier dirección, alrededor del entorno del eje de la vía, clasificando a los terrenos en: [12], [7]

Tabla 1. Carreteras por condiciones orográficas

Tipo de relieve	Máxima Inclinación Media
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Carreteras en Terreno Llano**

Permite a los vehículos pesados mantener la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en el trazado ni en la explanación. [12]

✓ **Carreteras en Terreno Ondulado**

Los vehículos pesados reducen sus velocidades por debajo de la de los livianos. Movimientos de tierra moderados, permitiendo alineamientos más o menos rectos, no presenta dificultades en el trazado y explanación. [12]

✓ **Carreteras en Terreno Accidentado**

Los vehículos pesados circulan a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de distancias considerables.

Requieren grandes movimientos de tierra, por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. [12]

✓ **Carreteras en Terreno muy Accidentado**

Obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente para distancias significativas. Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y explanación. [12]

d) Según la capacidad (función del TPDA)

Considera el grado de importancia de la vía basado en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido brindando eficiencia y seguridad a todos los usuarios. Las carreteras se clasifican de acuerdo al volumen de tráfico que procesa o que se estima procesará en el año de diseño de acuerdo a la siguiente tabla: [10]

Tabla 2. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Función	Clase de Carretera (según MOP)	TPDA (1) Año final del diseño
Corredor arterial	RI-RII (2)	> 8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
	IV	100-300
Vecinal	V	< 100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003”

✓ **Corredores Arteriales**

Estos corredores son de alta jerarquía funcional, tienen alta movilidad, por tanto, deben cumplir con estándares geométricos adecuados. Pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Las *autopistas* tendrán un control total de accesos y su uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos.

Las *carreteras Clase I y II* mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles para la circulación de vehículos en ambos sentidos; incluirá zonas suplementarias para carriles auxiliares, zonas de giro y paraderos. [10]

✓ **Vías colectoras**

Son las carreteras de mediana jerarquía funcional clase I, II, III y IV, destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales para conducirlos a los corredores arteriales. [10]

✓ **Caminos vecinales**

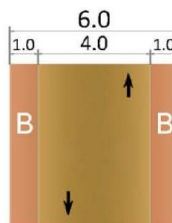
Son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores, destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, etc. [10], [7]

e) **Según el desempeño de las carreteras**

✓ **Camino Agrícola / Forestal**

Su velocidad de proyecto es de 40km/h y una pendiente máxima de 16%

Gráfica 1. Camino Agrícola/Forestal

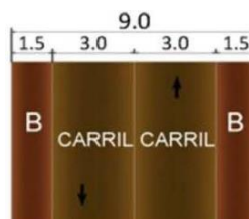


Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Camino Básico**

Su velocidad de proyecto es de 60km/h y una pendiente máxima de 14%

Gráfica 2. Camino Básico

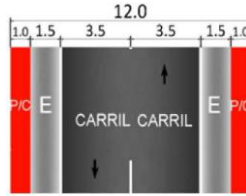


Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Carretera Convencional Básica**

Su velocidad de proyecto es de 80km/h y una pendiente máxima de 10%

Gráfica 3. Carretera Convencional Básica

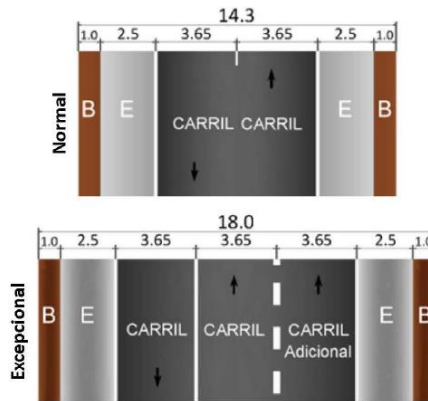


Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Carretera de Mediana capacidad**

Su velocidad de proyecto es de 100km/h y una pendiente máxima de 8%

Gráfica 4. Carretera de Mediana Capacidad

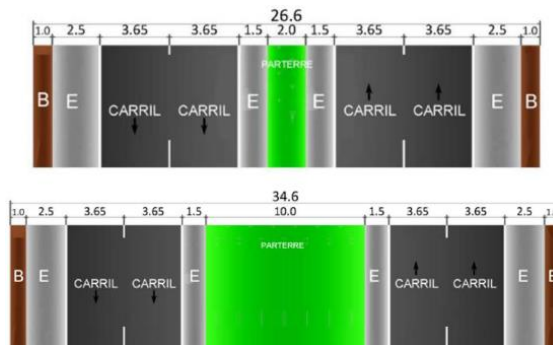


Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Vías de Alta Capacidad Interurbana**

Su velocidad de proyecto es de 120km/h y una pendiente máxima de 6%

Gráfica 5. Vías de Alta Capacidad Interurbana

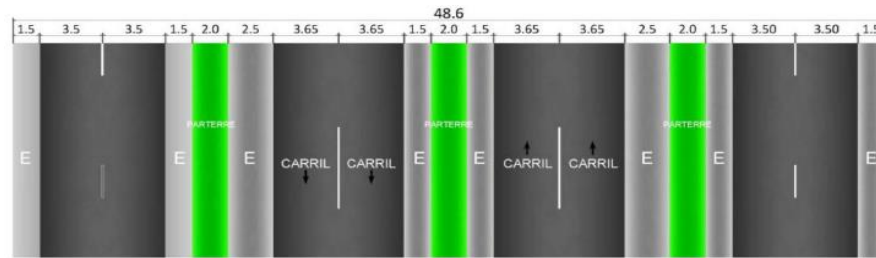


Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

✓ **Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana**

Su velocidad de proyecto es de 100km/h y una pendiente máxima de 8%. [7]

Gráfica 6. Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana



Fuente: “Norma para estudios y diseños viales NEVI 2012”

f) Según sus características

✓ **Autopistas**

Son proyectadas y construidas para la exclusiva circulación de automóviles, cuenta con calzadas separadas para cada sentido, con dos o más carriles y con control total de acceso y salida. Las entradas y salidas se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel llamadas intercambiadores. No existen intersecciones a nivel tales como semáforos o señales de “pare”. [12], [11]

✓ **Carreteras Multicarriles**

Son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido. Las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones a desnivel y a nivel. [12]

✓ **Carreteras de dos carriles**

Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes. [12]

g) Según la superficie de rodamiento

✓ **Pavimento Flexible**

Se apoya sobre una capa granular, denominada subbase y base granular, sobre estas se apoya una carpeta asfáltica, carpeta que está constituida por materiales finos y gruesos granulares, mezclados con material. [11]

✓ **Pavimento Rígido**

Son aquellos donde la capa de rodadura está formada por una losa de concreto hidráulico, con o sin refuerzo estructural dependiendo de la naturaleza del tráfico, apoyada sobre la subrasante de material granular. [7]

✓ **Afirmados**

La superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo de 2 ½” y con finos compactados. Debe tener un buen sistema de drenaje. Hay que renivelar para que el afirmado permanezca constante. [7]

✓ **Superficie Natural**

Su capa de rodadura se compone del terreno natural, debidamente conformado. [7] No existen sistemas de drenaje y la subrasante se convierte en rasante. [11]

✓ **Estructura estabilizada**

Es una estructura que aumenta resistencia y comportamiento estructural, con materiales que mejoran las condiciones del suelo de subrasante, se utiliza diferentes tipos de estabilización puede ser física o química. [11]

✓ **Pavimentos articulados**

Compuestos por una capa de rodadura construida con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, que están apoyados sobre una capa de arena, la cual se apoya sobre una capa granular. [11]

h) Según el número de calzadas

✓ **Carreteras de calzadas separadas**

Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas.

✓ **Carreteras de calzada única**

Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles. [7]

1.1.3.2. Topografía

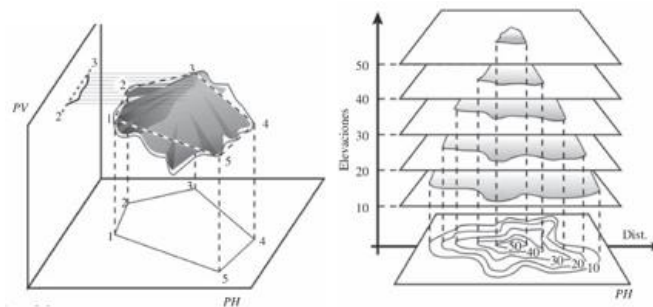
La topografía es la ciencia que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, estudia los métodos y procedimientos para realizar mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada. La topografía se divide en planimetría y altimetría. [14]

La *planimetría* es la topografía que estudia los métodos para representar a escala los detalles de un terreno sobre la superficie plana, indicando relieve y altitud. [15]

La *altimetría* es la topografía que representa la elevación de un punto sobre la superficie terrestre, teniendo en cuenta una superficie de comparación. [15], [16]

En la siguiente gráfica se puede apreciar la planimetría que se representa en una superficie plana y la altimetría que indica la elevación del relieve.

Gráfica 7. Ejemplo de planimetría y altimetría



Fuente: Topografía y sus aplicaciones. Dante Alcántara García, 2014

1.1.3.2.1. Sistemas de referencia

La representación de la forma, dimensiones y ubicación de una superficie terrestre se obtiene a través de la ubicación espacial de los puntos que conforman esta superficie respecto de un sistema de referencia dado.

Los sistemas de referencia permiten proyectar los objetos geométricos y conocer su posición en dos o tres dimensiones, formando sistemas de coordenadas. En topografía se utilizan normalmente dos tipos de sistemas de coordenadas. [16]

- **Sistema de coordenadas cartesianas**

Son coordenadas geocéntricas ya que tiene origen en el geocentro y se denotan como $[X, Y, Z]$, donde el eje X se encuentra sobre el Ecuador en dirección del meridiano de Greenwich, el eje Z coincide con el eje de rotación de la Tierra, y el eje Y perpendicular a los dos anteriores. Estas coordenadas son derivadas de satélite (GPS). [17], [18]

- **Sistema de coordenadas geográficas**

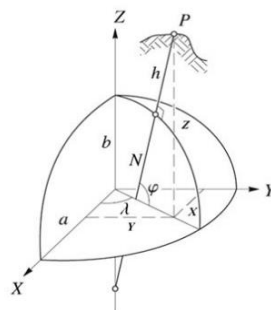
Llamadas también coordenadas elipsoidicas o geodésicas, constituye las coordenadas básicas, son preferibles para aplicaciones prácticas como en navegación, cartografía e ingeniería. [17] El origen del sistema es el centro geométrico del elipsoide, el eje Z está en la dirección del polo norte y sobre éste se define el semieje menor del elipsoide (b), el eje X se encuentra sobre el plano ecuatorial en dirección al meridiano de referencia y sobre éste se define el semieje mayor del elipsoide (a). Las coordenadas derivadas de este sistema son: latitud (φ), longitud (λ) y altura elipsoidal (h). [17]

Latitud: tomando como referencia la normal (N) al elipsoide que pasa por el punto genérico P, el ángulo que forma esta normal con el plano ecuatorial es la latitud. Expresado en grados sexagesimales ($^{\circ}$).

Longitud: es el ángulo que forma el meridiano que contiene a P, con el meridiano de Greenwich. Expresado en grados sexagesimales ($^{\circ}$).

Altura Elipsoidal: es la distancia entre el elipsoide y el punto P, medido sobre la normal al elipsoide (N). Expresada en metros (m). [17]

Gráfica 8. Coordenadas cartesianas X, Y, Z y Coordenadas geográficas latitud (φ), longitud (λ) y altura elipsoidal (h)



Fuente: Conceptos básicos en geodesia como insumo para un tratamiento adecuado de la información geoespacial. Jorge Moya Zamora, Betsy Cedeño Montoya, 2017

- **Coordenadas planas**

Los mapas son planos por lo que hay que proyectar las coordenadas a una cuadrícula plana. Como la representación de una superficie curva sobre un plano no es posible sin

distorsión, hay que buscar la representación que distorsione en menor proporción los ángulos, las distancias o las áreas. [17]

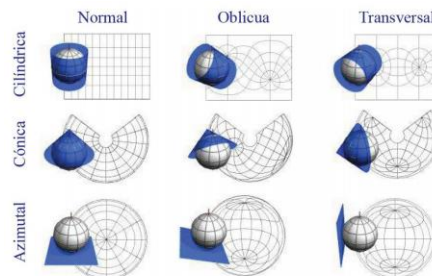
En principio se usan tres proyecciones:

- ✓ Proyección sobre un cono
- ✓ Proyección sobre un cilindro
- ✓ Proyección sobre un plano

La orientación de las superficies puede ser

- ✓ Normal (eje de la superficie paralelo al eje de rotación terrestre)
- ✓ Transversal (eje paralelo al ecuador)
- ✓ Oblicuo (eje en cualquier dirección) [17]

Gráfica 9. Proyecciones cartográficas



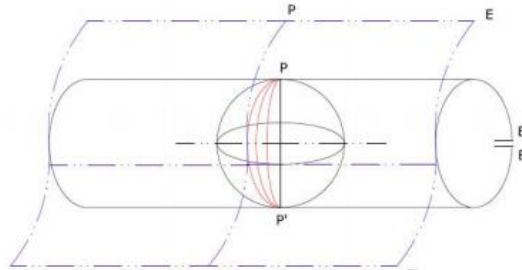
Fuente: Determinación de modelos de predicción espacial de la variable ondulación geoidal, para la zona urbana del cantón Quito y la zona rural del cantón Guayaquil, utilizando técnicas geoestadísticas. César Alberto Leiva González, 2014.

- ✓ **Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM)**

Es un sistema mundial de coordenadas planas, está basado en cuadrículas con el cual se pueden referenciar puntos sobre la superficie terrestre tomando en cuenta un modelo elipsoidal de la Tierra. [17] Es un sistema de proyección cilíndrica que es tangente al elipsoide en un meridiano origen: los puntos del elipsoide se proyectan sobre un cilindro tangente a un meridiano establecido (meridiano central), de forma que, al desarrollar el cilindro, el Ecuador se transforma en una recta que se toma como eje X,

y el meridiano central se transforma en otra recta perpendicular a la anterior que será el eje de las Y. [19]

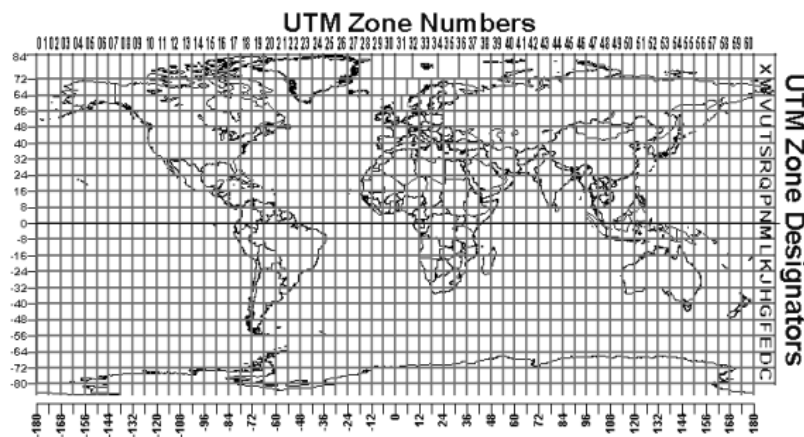
Gráfica 10. Elipsoide transformado en un cilindro



Fuente: El sistema de coordenadas UTM. Ibáñez Asensio Sara, Gisbert Blanquer Juan Manuel, Moreno Ramón Héctor.

Para evitar que las deformaciones producidas en la proyección sean muy grandes se divide el elipsoide en 60 husos de 6° de amplitud que completan 360° , utilizando cada uno su meridiano central y el Ecuador como ejes de referencia. El trazado de las cuadrículas se realiza en base a estos husos y a zonas UTM, la zona de proyección se define entre los paralelos 80° S y 84° N. Cada huso se numera con un número entre 1 y 60, en orden ascendente hacia el este. El Ecuador por ejemplo se encuentra en los husos 17 y 18, la parte continental; y en los husos 15 y 16, la parte insular. [19]

Gráfica 11. Mapamundi del sistema UTM



Fuente: El sistema de coordenadas UTM. Ibáñez Asensio Sara, Gisbert Blanquer Juan Manuel, Moreno Ramón Héctor.

1.1.3.2.2. Fases de la topografía

Todo estudio de ingeniería como el proyecto de una vía necesita la representación precisa del terreno en el que se va a desarrollar. Este trabajo se desarrolla en dos fases.

- El levantamiento topográfico consiste en realizar todas las mediciones necesarias de la zona para obtener el plano topográfico.
- El replanteo consiste en señalar sobre el terreno todos los detalles necesarios para el desarrollo de las obras que contemple el proyecto. [20]

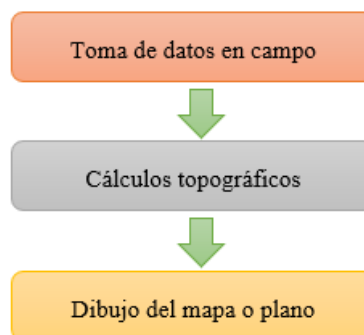
1.1.3.2.2.1. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de actividades y operaciones que se realizan para determinar la posición relativa de puntos en la superficie terrestre. Estas operaciones consisten en la medición de ángulos y distancias entre los puntos a levantar, seguido por el cálculo matemático para determinar posiciones, orientaciones, desniveles, alturas, áreas y volúmenes. Finalmente, los datos de campo se pueden representar gráficamente en forma de mapas o planos, perfiles transversales y longitudinales. [14]

Proceso del levantamiento topográfico

El proceso del levantamiento topográfico se realiza básicamente en tres etapas.

Gráfica 12. Proceso del levantamiento topográfico



Fuente: Autora

- La primera etapa constituye la *toma de datos en campo*, donde se estaciona la instrumentación y se realiza la medición de puntos del tramo en estudio.

- La segunda etapa son los trabajos de oficina, donde se *calculan las coordenadas de los puntos* y se determinan áreas, volúmenes, desniveles, etc.
- La tercera etapa constituye la realización del *dibujo del plano* con los datos y cálculos obtenidos anteriormente. [14]

Equipos para realizar levantamientos topográficos

Los levantamientos topográficos son distintos debido a los usos, aplicaciones y tamaño de la zona a representar. Éstos se han desarrollado originalmente utilizando cinta métrica, después con los avances tecnológicos apareció el teodolito, la estación total y finalmente en la actualidad la utilización de drones. [15]

- **Levantamiento topográfico con Estación Total**

Una de las ventajas de levantamientos con Estación Total es que la toma y registro de datos es automática, los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas incorporados a dichas estaciones, eliminando errores. El levantamiento topográfico se realiza utilizando principalmente: [21]

- *Estación Total*: integra en un sólo equipo las funciones realizadas por el teodolito electrónico, un medidor electrónico de ángulos y distancias y un microprocesador para realizar los cálculos. [22]
- *GPS*: hace uso de un conjunto de satélites, recibe y decodifica la señal del satélite calculando las coordenadas de los puntos deseados. [22]

- **Levantamiento topográfico con fotogrametría con Drones**

En la actualidad la tecnología de drones y la fotografía aérea es una alternativa para medición y procesamiento de datos, permite obtener información topográfica, mediante imágenes y aplicando técnicas fotogramétricas. [23]

Estos levantamientos se realizan en menor tiempo, permitiendo conocer de mejor manera el lugar y sus alrededores y brindando seguridad de los trabajadores en campo, al evitar el ingreso a zonas de riesgo. La información es mucho más completa en cuanto a color de las fotografías, lo que consigue una mayor resolución del terreno. [15]

1.1.3.3. Ingeniería de tránsito

La Ingeniería de Tránsito es la encargada de la planeación, proyecto geométrico y la operación vehicular de carreteras, enfocada en el estudio de los elementos del tránsito: conductor, peatón, vehículo, vía, señalización y la caracterización y estudio del volumen vehicular, velocidad y densidad. [24], [25]

1.1.3.3.1. Tránsito

El estudio del tránsito tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizarán por la carretera, para lo cual se realiza un conteo de los vehículos obteniendo estimaciones de volúmenes. [7]

1.1.3.3.1.1. Tipos de conteo

- *Conteo manual:* Proporcionan información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones para el diseño geométrico de la vía. [10]
- *Conteo automático:* Permiten conocer el volumen total del tráfico, deben ir acompañados de conteos manuales. [10]

1.1.3.3.1.2. Volúmenes de tránsito

Es el elemento principal para la elaboración de un proyecto vial y requiere de información presente, tendencias de expansión vehicular y de volúmenes futuros. [24]

a) Tráfico promedio diario anual

El TPDA es el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, es decir el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es fundamental para dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la carretera. [7]

✓ Recomendaciones para el cálculo del TPDA

- En vías de un solo sentido, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones.
- Para el caso de Autopistas, se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene el FLUJO DIRECCIONAL. [10]

✓ **Factores de variación para obtener el TPDA**

- **Factor Horario (FH):** permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a Volumen Diario Promedio.
- **Factor Diario (FD):** transforma el volumen de tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio.
- **Factor Semanal (FS):** transforma el volumen semanal promedio de tráfico en Volumen Mensual Promedio
- **Factor Mensual (FM):** transforma el volumen mensual promedio de tráfico en TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA). [10]

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

Donde T_o es el tráfico observado.

✓ **Tráfico actual**

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es el volumen que circularía en una carretera nueva. [10]

El tráfico actual para una carretera a ser mejorada está compuesto por:

- Tráfico Existente: aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- Tráfico Desviado: aquel atraído desde otras carreteras una vez que entre en servicio la vía mejorada, ahorrando tiempo, distancia o costo. [10]

El tráfico actual para una carretera nueva está compuesto por el tráfico atraído y por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera. [10]

✓ **Tráfico atraído**

Es el que viene de otras vías una vez que se construya la carretera o se termine las mejoras. El volumen de tránsito que empieza a usar una carretera nueva es completamente atraído. [7] Se asume que el tráfico atraído es el 10% del TPDA actual.

$$T_{atraído} = 10\% * TPDA_{actual}$$

✓ **Tráfico generado**

Está comprendido por el número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y está constituido por:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta. [10]

El volumen de tráfico generado será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto. Este porcentaje se estima que es igual a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado en %, es decir, si los costos a los usuarios se reducen en un 20%, el tráfico generado sería el 10% del volumen de tráfico normal pronosticado para el primer año de operación de la carretera. [10]

Para evitar estimaciones erróneas se dispone como límite máximo un 20% del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto. Para los restantes años del periodo de pronóstico, este tráfico crecerá a la misma tasa que el tráfico normal. [10]

$$T_{generado} = 20\% * TPDA_{actual}$$

✓ **Tráfico desarrollado**

El tráfico desarrollado se produce por la integración de nuevas áreas o por incremento de la producción de las tierras ubicadas dentro del área de influencia de la carretera. Este tráfico puede incrementarse durante el período de estudio, generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera. [10]

Para cada proyecto en base a los datos que proporcionan los Contajes de Tráfico, se determinará el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente. [10] Se asume que el tráfico desarrollado es el 5% del TPDA actual.

$$T_{desarrollado} = 5\% * TPDA_{actual}$$

b) Tráfico futuro

Las carreteras nuevas deben diseñarse con base en el tránsito que se espera que vaya a usarlas desde su implementación hasta el último año de vida útil de la vía. [7]

Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. [10]

El tráfico futuro se usa para la clasificación de las carreteras y en la determinación de datos geométricos de la vía como la velocidad de diseño, además indica cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o aumentar su capacidad. [10]

- ✓ **Criterios para determinar el tráfico futuro:** Las proyecciones de tráfico deben realizarse relacionando el tráfico vehicular con factores como la población, la producción, etc.
- ✓ **Relación del tráfico vehicular con la población:** Con la información del parque automotor y de la población, se determina la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo y la ecuación de proyección con un modelo adecuado que se ajuste al historial de la información disponible. Los modelos que se usan frecuentemente son: el de NOBEL LOGIT y el de REGRESION LINEAL. [10]
- ✓ **Relación del tráfico vehicular con la producción:** La tasa de crecimiento de la producción permite determinar la proyección de vehículos pesados, obteniendo un parámetro similar a T_m (tasa de motorización), relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección. [10]
- ✓ **Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional:** En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible. [10]

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

- Tf = Tráfico futuro o proyectado.
- Ta = Tráfico actual.
- i = Tasa de crecimiento del tráfico.
- n = Número de años proyectados.

Tabla 3. Índice de crecimiento de tráfico de vehículos (%)

Período	Liviano	Bus	Camión
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP-001-F-2003

1.1.3.4. Estudio de Suelos

Se define al suelo como una capa delgada sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración mecánica o de la descomposición química de las rocas preexistentes. [26]

En el ámbito de la Ingeniería Civil el suelo se usa como material de construcción y es el soporte último de todas las obras de infraestructura, por esto, es necesario realizar estudios de suelo para conocer su tipo y sus propiedades físicas y mecánicas; en el caso de carreteras, permite determinar las propiedades y características de la subrasante, donde se asentará el pavimento. [27]

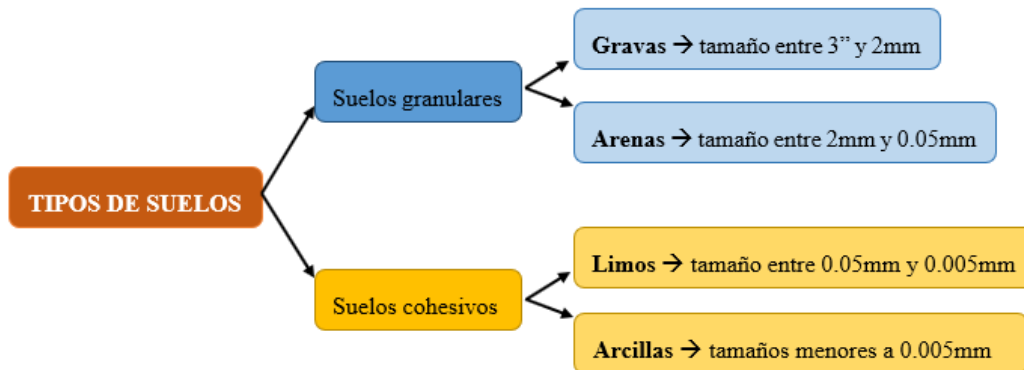
1.1.3.4.1. Tipos de suelo

De acuerdo con el origen los suelos se dividen en dos grupos:

- ✓ **Suelos inorgánicos:** su origen se debe a la desintegración física o la descomposición química de las rocas. [26]
- ✓ **Suelos orgánicos:** formados por la descomposición de restos de materia orgánica de origen animal o vegetal, estos se forman en el sitio. [26]

En la ingeniería civil se tiene los suelos granulares y suelos cohesivos con su respectiva clasificación como indica la siguiente gráfica:

Gráfica 13. Tipos de suelos



Fuente: Autora

- ✓ **Suelos granulares:** formado por partículas agregadas y sin cohesión debido a su gran tamaño, producto de procesos de meteorización física. Tienen buena capacidad portante y elevada permeabilidad. Se distingue: [28]
 - Grava: son acumulaciones de fragmentos de rocas, sus partículas varían desde 7.62 cm hasta 2.0 mm. Suelen encontrarse en los lechos de ríos. [26]
 - Arena: son materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas, sus partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro. [26]
- ✓ **Suelos cohesivos:** se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes. La cohesión es su principal propiedad, y es importante en la estabilidad de taludes. Dentro de los suelos cohesivos se tiene: [28]
 - Limos: son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad. El diámetro de sus partículas está entre 0.05mm y 0.005mm. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. [26]
 - Arcillas: son partículas sólidas procedentes de la meteorización química de las rocas, con diámetro menor de 0.005mm y tienen la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. [26]

1.1.3.4.2. Obtención de muestras de suelo

El muestreo en suelos implica investigar las características de un sitio mediante la extracción de muestras. Estas muestras sirven para realizar los ensayos de laboratorio necesarios para definir la estratigrafía y sus propiedades. [29] Realizar un muestreo apropiado y representativo es fundamental por lo que debe ser realizado por personal capacitado.

✓ **Tipos de muestras**

- **Muestras alteradas:** cuando han perdido sus características de sitio (resistencia, relación de vacíos, porosidad, entre otras) pero mantiene la granulometría y contenido natural de humedad. Esta muestra es obtenida generalmente mediante pozos a cielo abierto. [30]
- **Muestras inalteradas:** conservan las mismas características que cuando estaban en el terreno, son útiles para caracterizar al suelo. Estas muestras son obtenidas por métodos de perforación con equipos especiales. [31]
- **Muestras integrales:** obtenidas en perforaciones en roca, se forman cilindros que deben representar al menos el 90% de la profundidad estudiada. [30]

✓ **Profundidad de las perforaciones**

No existe una regla para definir la profundidad de las perforaciones, ésta puede basarse en el tipo de suelo encontrado y en el tamaño y peso de la estructura a construir. [26]

1.1.3.4.3. Ensayos de laboratorio

a) Contenido de humedad natural

Humedad o Contenido de agua es la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como porcentaje w (%). [32]

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

- W_w : peso del agua.
- W_s : peso de la muestra sólida seca.

Varía teóricamente de 0 a ∞ , como es el caso de las arcillas japonesas que tienen un contenido de agua de 1200 – 1400%, al igual que en las arcillas de México existen valores de 1000%. [32] En el caso de Ecuador los suelos del Oriente tienen contenidos de agua de hasta 250%, y los suelos limosos de la COSTA alcanzan hasta 200%. El contenido de humedad con valores altos significará suelos saturados o embebidos, por lo tanto, inestables, mientras que los valores bajos identifican suelos estables, resistentes, de alta capacidad de carga. [30]

b) Granulometría

La granulometría de un suelo es la distribución porcentual de los distintos tamaños de partículas que constituyen una muestra de dicho suelo. [33]

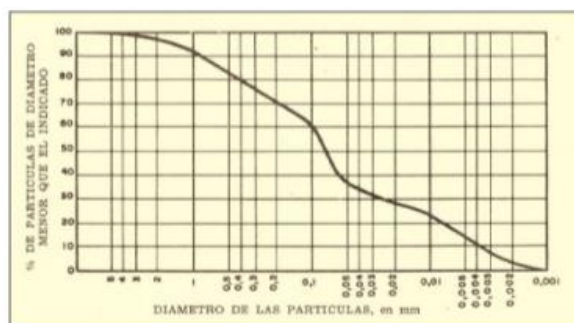
Los métodos de análisis granulométrico

- Para clasificar suelos con partículas de tamaño igual o superior a 0,075 mm (n° 200 ASTM), el método más usado es el tamizado («mecánico», o por vía seca).
- Para agregados menores de 0,075 mm, se realiza mediante la sedimentación de dicha fracción en agua destilada, mediante el método de la pipeta. [33]

Análisis granulométrico por tamizado: El tamiz es la herramienta fundamental, compuesto por un marco rígido y una malla caracterizada por su abertura por el cual pasa la muestra. Se emplean series normalizadas de tamices para este ensayo. [33]

Representación de los resultados: Los resultados se representan en un gráfico semilogarítmico, obteniendo la curva granulométrica. Los diámetros de las partículas se indican en el eje de las abscisas (en mm) utilizando una escala logarítmica y el porcentaje que pasa se representa en el eje de ordenadas. [33]

Gráfica 14. Curva granulométrica en escala semilogarítmica



Fuente: Mecánica de Suelos – Conceptos Básicos y Aplicaciones. Guerra Torralbo, Juan Carlos, 2018

Estudio de las curvas características: Diámetros y coeficientes característicos

- Tamaño Nominal Máximo: es el tamaño de las partículas mayores que se encuentran y alcanzan el 5% del total de la muestra.

- D10: tamaño máximo de las partículas que constituyen la porción 10% más fina del suelo. Conocida como diámetro efectivo o eficaz.
- D30: tamaño máximo de las partículas que constituyen la porción 30% más fina del suelo. Conocida como diámetro equiparable.
- D60: tamaño máximo de las partículas que constituyen la porción 60% más fina del suelo. Conocida como diámetro dimensional. [33]
- El coeficiente de uniformidad Cu: si aumenta el coeficiente de uniformidad, mejora la graduación del material.
- El coeficiente de curvatura Cc: controla la curvatura o rectitud del gráfico. La experiencia indica que materiales bien graduados poseen un coeficiente de curvatura fluctuante entre 1 y 3. [33]

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

En carreteras, es importante que el suelo esté bien graduado para que las partículas más finas ocupen los huecos, alcanzando una mayor estabilidad y capacidad portante.

c) Límites de consistencia

Plasticidad: Es la propiedad que tienen algunos suelos, por la cual son capaces de soportar deformaciones rápidas, sin producir rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse, ni agrietarse. [33]

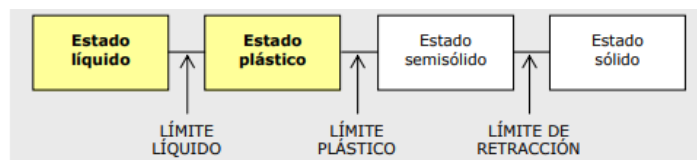
Estados y límites de consistencia: La consistencia de un suelo es su resistencia al esfuerzo cortante, la oposición que presenta la masa de suelo a que se deforme. Los suelos plásticos cambian su consistencia al variar su contenido de agua. [33] El método más usado para medir los límites de consistencia fue ideado por Atterberg. Estos límites definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo, y son:

- **Líquido:** presentan una cantidad excesiva de agua en el suelo convirtiéndolo en un líquido viscoso sin capacidad resistente. [28]
- **Plástico:** el suelo se comporta plásticamente, fácilmente moldeable, presenta grandes deformaciones aplicando pequeñas fuerzas. [28]

- **Semisólido:** el suelo tiene la apariencia de un sólido, se agrieta y desmorona antes de cambiar su forma, su comportamiento mecánico es aceptable. [28]
- **Sólido:** el suelo alcanza su estabilidad, ya que su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo. [28]

Límites de Atterberg: Son los puntos de transición (fronteras) de unos estados a otros, como se muestra:

Gráfica 15. Estados de consistencia de un suelo



Fuente: Manual de carreteras – Construcción y Mantenimiento. Bañón Blázquez Luis, Beviá García José, 2000

➤ **Límite líquido**

Es el contenido de humedad en el cual un suelo en estado plástico comienza a fluir bajo la acción de una fuerza, este límite está dado por la cantidad de agua que contiene un suelo en el momento en que comienza a comportarse como un fluido y deja de comportarse como un sólido. Se determina mediante el método de Casagrande. [33]

➤ **Límite plástico**

Es el límite inferior de la etapa plástica del suelo y representa el contenido de humedad en el cual un suelo en estado plástico deja de ser moldeable y comienza a agrietarse, sin perder sus propiedades plásticas, bajo la acción de una fuerza aplicada. [33] Se determina enrollando cilindros hasta desmoronarlos. Los suelos que no pueden enrollarse con ningún contenido de humedad se consideran como no plásticos. [26]

➤ **Índice de Plasticidad**

Es la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico. Si el IP es bajo, el suelo puede manejarse sin peligro de amasarse, y si el IP es alto, aumentaría el peligro de deterioro de las condiciones físicas (estructura). [33]

$$IP = LL - LP$$

- IP= índice de plasticidad del suelo, en %
- LL = límite líquido del suelo, en %.
- LP = límite plástico del suelo, en %

Cuando no pueda determinarse uno de los dos límites (LL o LP), o la diferencia sea negativa, se define el índice de plasticidad como NP (no plástico). [33]

d) Ensayo Próctor

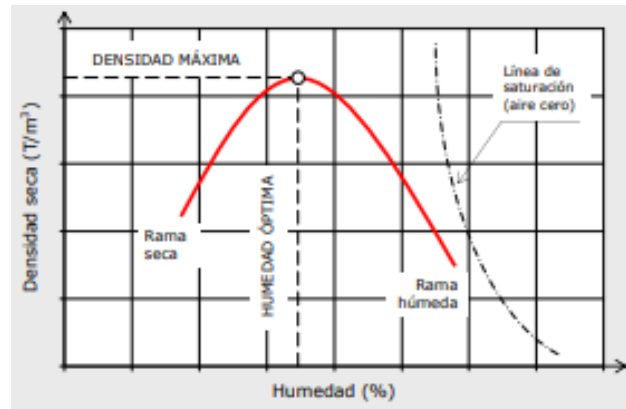
Compactación: Es una propiedad importante en carreteras, ya que está relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme; consiste en el mejoramiento de sus propiedades, incrementando las características de resistencia y la capacidad de carga. Existen ensayos mediante los cuales se determina los parámetros para lograr una mejor compactación del suelo. [27]

Ensayo Proctor: Llamado así por su creador, el ingeniero Ralph Roscoe Proctor, estudia el grado de compactabilidad de un suelo mediante la relación entre la densidad seca y su contenido de agua. Proctor determinó que existe una humedad llamada *humedad óptima* que produce el *máximo peso específico seco* logrando la mejor compactación. [33] Esta determinación se realiza mediante el Ensayo Proctor en sus dos variantes: Proctor Normal (o Estándar) y Proctor Modificado.

- **Proctor Estándar** (ASTM D-698 y AASHTO T-99): El suelo es compactado en un molde que tiene un volumen de 943.3 cm^3 , con un diámetro de 101.6 mm y 117 mm de altura. El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego se compacta en *tres capas* iguales por medio de un pisón dando *25 golpes* a cada capa. El pisón pesa *24.4 N* y tiene una altura de caída de *304.8 mm*. [27]
- **Proctor Modificado** (ASTM D-1557 y AASHTO T-180): Es la evolución del Proctor Estándar, causada por el empleo de maquinaria de compactación más pesada debido al aumento de la carga de los vehículos. [27] Para el Proctor modificado se usa el mismo molde, el suelo es compactado en *cinco capas* por un pisón que pesa *44.5 N*. La caída del martillo es de *457.2 mm*. El número de golpes de martillo por capa es de 56. [34]

El contenido de agua del suelo compactado se determina en el laboratorio, conocido este dato, se calcula el peso específico húmedo y el peso específico seco. [27] Se grafican los valores de peso específico seco determinados y los correspondientes contenidos de agua formando una curva en la que se obtiene el peso específico seco máximo y el contenido de agua óptimo para el suelo, como se muestra a continuación:

Gráfica 16. Curva humedad-densidad seca



Fuente: Manual de carreteras – Construcción y Mantenimiento. Bañón Blázquez Luis, Beviá García José, 2000

e) Ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio)

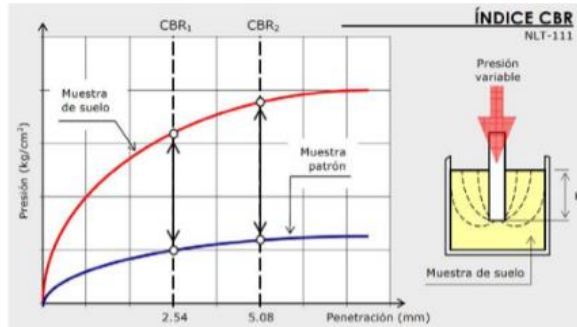
La capacidad portante de un suelo es la carga que es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos. El ensayo más empleado para determinar esta capacidad portante en carreteras, es el CBR, que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas y consiste en un procedimiento conjunto de hinchamiento y penetración. Se emplea para evaluación de la calidad de suelos de sub-rasante, algunos materiales de sub-bases y bases. [33]

El índice CBR se define como la relación de la carga unitaria necesaria, en Kg/cm², para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19,4 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo, con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada, esto se expresa:

$$CBR = \frac{\text{Presión en muestra problema}}{\text{Presión en muestra patrón}} * 100$$

Se toman diversos pares de valores presión-penetración, construyéndose una gráfica, en ella, se toman los valores correspondientes a una profundidad de 3.54 y 5.08 mm (0.1 y 0.2 pulgadas), comparándose con los de la muestra patrón para dichas profundidades como se muestra en la siguiente gráfica. El índice CBR del suelo será el mayor de los dos obtenidos. [28]

Gráfica 17. Determinación del índice CBR



Fuente: Manual de carreteras – Construcción y Mantenimiento. Bañón Blázquez Luis, Beviá García José, 2000

Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla:

Tabla 4. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

Índice CBR	Clasificación del suelo
0-5	Subrasante muy mala
5-10	Subrasante mala
10-20	Subrasante regular a buena
20-30	Subrasante muy buena
30-50	Subbase buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de suelos: Conceptos básicos y aplicaciones. Guerra Torralbo, Juan Carlos, 2018

1.1.3.4.4. Clasificación de los suelos

Su objetivo es de dividir los suelos en grupos de comportamiento, características y propiedades geomecánicas semejantes. En carreteras, una adecuada clasificación ayuda a saber el posible comportamiento del suelo como cimiento del firme, para lo cual es necesario conocer la granulometría y plasticidad del suelo. [33] Los dos sistemas principales de clasificación de suelos actualmente en uso son:

Clasificación AASHTO

Desarrollada en Estados Unidos por K. Terzaghi y C. Hogentogler, en 1928. Clasifica al suelo según la granulometría, límites de Atterberg y para evaluar la calidad del suelo como material para subrasante de carreteras, se analiza también el índice de grupo.

La clasificación del suelo se da en siete grupos: del A-1 al A-7. Los suelos de los grupos A-1, A-2 y A-3 son granulares, donde 35% o menos de las partículas pasan por el tamiz No. 200. Los suelos de los que más del 35% pasan por el tamiz No. 200 son clasificados en los grupos A4, A-5, A-6 y A-7, están formados por limo y arcilla. [27]

Clasificación SUCS -Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Originalmente la clasificación SUCS fue propuesto por Casagrande en 1942, diez años más tarde fue modificado por el Bureau of Reclamation. Este sistema clasifica los suelos según su granulometría, límites de Atterberg y contenido en materia orgánica. La simbología de esta clasificación utiliza las iniciales de los nombres en inglés. [27]

Se clasifica al suelo en dos grupos, si se retiene más de la mitad del material en el tamiz N°200, es un suelo de partículas gruesas: grava G o arena S, y si pasa más de la mitad del material, es un suelo de partículas finas: limo inorgánico M, arcilla inorgánica C o limos y arcillas orgánicos O. El símbolo Pt se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos. También se define si los suelos tienen buena (W) o mala (P) graduación y baja (L) o alta (H) plasticidad. La representación de un suelo consiste en un prefijo que designa su composición (G, S, M, C) y un sufijo que indica sus propiedades (W, P, L, H). [27]

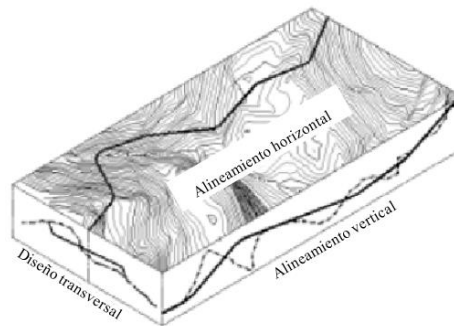
1.1.3.5. Diseño Geométrico

El diseño geométrico es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las características de operación de los vehículos y las características del terreno, es decir, definir las características geométricas de la vía según la topografía, el tránsito, velocidades, etc. buscando que los vehículos circulen de manera cómoda y segura. [35]

El diseño geométrico está compuesto por tres elementos que dependen unos de otros para obtener la vía propiamente. Estos tres elementos se muestran en la gráfica, y son:

- **Alineamiento horizontal:** compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.
- **Alineamiento vertical:** compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.
- **Diseño transversal:** consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas. [35]

Gráfica 18. Componentes del diseño geométrico



Fuente: Diseño Geométrico de Vías. Agudelo Ospina John Jairo, 2002

1.1.3.5.1. Controles y criterios de diseño

Definida la clasificación de la carretera según el TPDA obtenido, se elige el vehículo de diseño y la velocidad de proyecto, elementos básicos en el planteamiento. [2]

1.1.3.5.1.1. Vehículo de diseño

Conocer las características de operación de los vehículos es fundamental en el diseño de vías. Según sus tamaños y pesos se puede establecer varias clases como son: [7]

- Vehículos livianos: motocicletas y vehículos ligeros como camionetas, con capacidad hasta de 8 pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero.
- Vehículos pesados: camiones, buses y combinaciones de camiones, de más de 4Ton. de peso y doble llanta en las ruedas traseras. [7]

El *vehículo de diseño* es el vehículo del que se toman su peso, dimensiones y características de operación para realizar el diseño. Las dimensiones (longitud, altura

y ancho) del vehículo de diseño son útiles para el diseño de intersecciones, retornos, círculos de tráfico, intercambiadores, etc. [7]

1.1.3.5.1.2. Velocidad de diseño o velocidad de proyecto

Es la máxima velocidad que permite transitar por la vía de una manera cómoda y segura. Se utiliza como una velocidad de referencia para definir las especificaciones mínimas para el diseño geométrico de la vía, es decir con esta velocidad se calculan los elementos geométricos. [35]

- En el alineamiento horizontal, la velocidad de diseño sirve para calcular el radio y la distancia de visibilidad.
- En el alineamiento vertical se calcula la pendiente máxima y la longitud mínima de curva.
- En el diseño transversal al ancho de calzada, ancho de bermas, peralte máximo y sobreebanco dependen directamente de este parámetro. [35]

La norma presenta la siguiente tabla con las velocidades de diseño recomendadas según el TPDA obtenido y la clase de vía.

Tabla 5. Velocidades de diseño (km/h)

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Velocidad de diseño km/h											
		Relieve llano				Relieve ondulado				Relieve montañoso			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000 a 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000 a 3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300 a 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100 a 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

1.1.3.5.1.3. Velocidad específica

La velocidad específica, al igual que la de diseño, condiciona algunos elementos geométricos. Se puede definir como la máxima velocidad a la que puede transitar un vehículo por un tramo de acuerdo a una velocidad de diseño y considerando las

condiciones prevalecientes del tráfico. [11] Las velocidades específicas deben ser mayores a las del proyecto, cumpliendo que, las velocidades específicas de elementos contiguos no difieran en más de 20 Km/h. [36]

1.1.3.5.1.4. Velocidad de operación o de circulación

Se define como la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo circularía por la vía, dependiendo únicamente de las características de la misma. También se puede definir como la velocidad a la que los conductores circulan. [35] La norma presenta la siguiente tabla con las velocidades de circulación en función de la velocidad de diseño.

Tabla 6. Velocidades de operación

Velocidad de Diseño (km/h)	Velocidad de Operación Promedio (km/h)		
	Volumen de tránsito		
	Bajo	Medio	Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

1.1.3.5.2. Componentes del diseño

1.1.3.5.2.1. Distancia de visibilidad

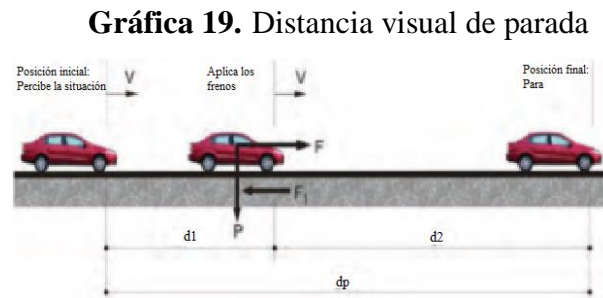
La distancia de visibilidad es la longitud de la vía hasta donde el conductor ve la superficie de la calzada o un objeto por encima de la misma. El diseño geométrico debe proveer una distancia visual de suficiente longitud para que los conductores desarrollen la velocidad de diseño y controlen la velocidad de operación cuando se realicen maniobras debido a la presencia de un objeto en el carril (distancia de visibilidad de parada), o el adelantamiento de un vehículo lento en carreteras de dos carriles y dos sentidos (distancia de visibilidad de adelantamiento). [12]

1.1.3.5.2.1.1. Distancia de visibilidad de parada (dp)

Es la distancia mínima que se requiere para que el conductor de un vehículo, que circula a la velocidad de diseño, pueda detenerse antes de chocar con un obstáculo que

aparezca en su trayectoria. [12] Esta distancia debe ser igual o superior a la distancia de parada mínima, de preferencia debe superar la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en 20 km/h. [11]

La mínima distancia de visibilidad (d_p) para detener un vehículo es igual a la suma de: la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde que el conductor observa un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenado del vehículo, como se observa:



Fuente: Manual de Diseño Geométrico Vial – Tomo I. Berardo, María; Baruzzi, Alejandro; Dapás, Oscar; Freire, Rodolfo; Tartabini, Mauro; Vanoli Gustavo, 2014

Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenado, respectivamente, o sea: [10]

$$d_p = d_1 + d_2$$

a) Distancia de percepción y reacción (d_1):

Es la distancia a velocidad uniforme que se mide desde que el conductor observa el obstáculo sobre la vía hasta el instante en que reacciona y aplica los frenos. [12] Para calcular esta distancia se tiene la siguiente fórmula para movimiento uniforme:

$$d_1 = V_c * t_{pr}$$

- d_1 = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, en m
- V_c = velocidad de circulación del vehículo, en Km/h.
- t_{pr} = tiempo de percepción-reacción, en seg. [12]

Según estudios se ha obtenido valores de 1.5 seg para el tiempo de percepción y 1 seg para el de reacción, dando un total de 2.5 seg. Durante este tiempo se considera que la

velocidad del vehículo se mantiene constante, pues su variación es muy pequeña. [35]
 Reemplazando $t_{pr} = 2.5$ segundos y como V_d se expresa en Km/h se debe dividir por 3.6 para que d_{pr} se obtenga en metros, por lo tanto:

$$d1 = \frac{V_c * 2.5 \text{ seg}}{3.6 \text{ seg}} \rightarrow d1 = 0.6944 * V_d$$

b) Distancia de frenado (d2):

Es la distancia recorrida en movimiento uniformemente desacelerado, que se mide desde que se aplican los frenos hasta que el vehículo se detiene totalmente, depende de la fricción entre llantas y pavimento, peso del vehículo, tipo de pavimento, etc. [12]
 Cuando el conductor aplica los frenos el vehículo está en la posición 1 y cuando se detiene, en la posición 2 recorriendo la distancia $d2$ con un movimiento uniformemente desacelerado, con una velocidad inicial V_d y una velocidad final igual a cero. [35]
 Utilizando la fórmula de la “carga dinámica”, simplificándola y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, se obtiene: [10]

$$d2 = \frac{V_c^2}{254f}$$

- $d2$ = distancia de frenado sobre la calzada a nivel, en m.
- f = coeficiente de fricción longitudinal.
- V_c = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, en m/s. [10]

Considerando las pendientes se obtiene finalmente:

$$d2 = \frac{V_c^2}{254(f \pm G)}$$

- G es el porcentaje de la pendiente dividida entre 100, siendo positiva la pendiente de ascenso (+) y negativa la de bajada (-).
- El coeficiente f representa la fricción entre llantas y calzada, depende del estado y tipo de pavimento y el estado y presión de las llantas. Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad. [10]

Se presenta una tabla con las distancias de visibilidad mínimas de parada y los valores de f a partir de la velocidad de diseño.

Tabla 7. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.
Criterio de Diseño: Pavimentos mojados y Gradiente Horizontal (0 %)

Velocidad de diseño Vd (Km/h)	Velocidad de circulación asumida Vc (Km/h)	Percepción + Reacción para el Frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal f	Distancia de Frenaje d2	Distancia de Visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia recorrida d (m)		Gradiente cero (m)	Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62.00	111.3	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.3	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.3	112.51	176.4	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

Tabla 8. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo. Criterio de diseño: Pavimentos mojados cuesta abajo (-) y cuesta arriba (+)

Velocidad de diseño Vd (km/h)	Velocidad de circulación asumida Vc (km/h)	Coeficiente de fricción longitudinal	Gradiente "G" %							
			-12	-9	-6	-3	3	6	9	12
20	20	0.468	13.75	13.70	13.60	13.27	14.34	14.13	14.06	14.02
25	24	0.443	16.47	16.40	16.26	15.78	17.33	17.02	16.91	16.85
30	28	0.423	19.18	19.08	18.89	18.25	20.35	19.93	19.77	19.69
35	33	0.403	22.55	22.42	22.15	21.27	24.18	23.59	23.37	23.36
40	37	0.389	25.23	25.07	24.73	23.63	27.28	26.54	26.27	26.13
45	42	0.375		28.36	27.98	26.52	31.22	30.26	29.91	
50	46	0.365		30.98	30.47	28.78	34.42	33.25	32.83	
60	55	0.345		36.82	35.09	33.71	41.75	40.07	39.47	
70	63	0.332			40.00	37.89	48.44	46.22		
80	71	0.320			40.99	41.90	55.28	52.45		
90	79	0.310			45.81	45.73	62.28	58.76		
100	86	0.302			50.54	48.93	68.54			
110	92	0.296				51.57	74.00			
120	100	0.286				56.14	84.24			

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

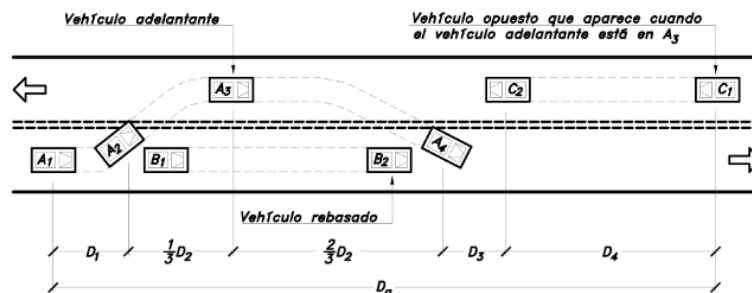
1.1.3.5.2.1.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento (da)

Una carretera de dos carriles de circulación y dos sentidos tiene distancia de visibilidad de adelantamiento, y se define como la distancia visual que se requiere para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que viaja en el mismo carril a una velocidad inferior, sin peligro de chocar con un tercer vehículo que avance en sentido contrario. [11] Para el análisis de la distancia de visibilidad se considerará que:

- El vehículo que va a rebasar (A) circula a una velocidad uniforme y equivalente a la de diseño.
- El vehículo que será rebasado (B) circula a una velocidad uniforme menor a la velocidad de diseño.
- El vehículo que viene en sentido contrario (C) circula a la velocidad de diseño.
- El tiempo de percepción, evaluación de las posibilidades de adelantamiento, reacción y comienzo de la aceleración del vehículo (A) se estima en 4 seg.
- El promedio de velocidad del vehículo que va a rebasar (A), desde que inicia su desplazamiento hacia el carril izquierdo hasta que retoma el derecho, es de 16 km/h mayor a la del vehículo rebasado (B).
- El carril izquierdo debe quedar libre en una longitud adicional d_3 tal, que permita al vehículo que se aproxima en sentido contrario (C), la recorra en el mismo tiempo que tarda en rebasar el vehículo A al vehículo B. [36]

La distancia de visibilidad necesaria para realizar el adelantamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que se indican en la siguiente gráfica:

Gráfica 20. Distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras.



Fuente: Diseño geométrico de carreteras. Cárdenas Grisales, James, 2014

Se tiene, entonces: $da = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$

- d_1 = Distancia recorrida por el vehículo que va a rebasar (A) durante el tiempo de percepción - reacción del conductor que va a efectuar la maniobra, en m.
- d_2 = Distancia recorrida por el vehículo que va a rebasar desde que invade el carril del sentido contrario hasta que retoma su carril, en m. [12]
- d_3 = Distancia de seguridad, entre el vehículo que rebasó y el vehículo que viene en dirección opuesta, al finalizar la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.
- d_4 = Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto, estimada en $\frac{2}{3}$ de d_2 (m). Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante. [10]

Las distancias parciales indicadas se calculan con las siguientes fórmulas:

$$d_1 = 0.14 t_1 (2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28 V t_2$$

$$d_3 = 30 m \text{ a } 90 m$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

- d_1 , d_2 , d_3 y d_4 = distancias, expresadas en m.
- t_1 = tiempo de la maniobra inicial, expresado en seg.
- t_2 = tiempo empleado por el vehículo rebasante desde que invade el carril del sentido contrario hasta que regresa a su carril, expresado en seg.
- V = velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en km/h.
- m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, en km/h. Esta diferencia se la considera igual a 16 km/h promedio.
- a = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo. [10]

La distancia de seguridad d_3 , entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en la dirección opuesta, varía entre 30 y 90 metros según estudios. [12]

En la siguiente tabla se muestran las distancias mínimas de visibilidad de adelantamiento que se requieren de acuerdo a la velocidad de diseño.

Tabla 9. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Velocidad de diseño	Velocidades de los vehículos, Km/h		Distancia mínima de rebasamiento	
	Km/h	Rebasado	Rebasante	Rebasado
25	24	40	-	(80)
30	28	44	-	(110)
35	33	49	-	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830 *
120	94	110	831	830
Notas: "*" Valor utilizado como margen de seguridad por sobrepasar la velocidad de rebasamiento los 100 km/h () Valores utilizados para los caminos vecinales				

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

1.1.3.5.3. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal llamado también diseño geométrico en planta de una carretera representa la proyección del eje de la carretera sobre un plano horizontal. [12] Este eje está constituido por una serie de líneas rectas denominados **tangentes**, conectadas entre sí por **curvas** sean circulares o de transición, que permitan un cambio suave y seguro al pasar de tramos rectos a curvos. [35] El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:

- La topografía: permite adaptar el alineamiento a la topografía para evitar cortes o rellenos excesivos y minimizar costos.
- Características hidrológicas del terreno, condiciones del drenaje: permite cruzar una corriente de agua mediante una estructura (puente, alcantarilla).
- Construcciones existentes y futuras: evita obstáculos que se presenten en los terrenos por donde pasa la vía.
- Vial: evita el cruce con alguna otra vía que atraviese la ruta. [35]

1.1.3.5.3.1. Tangentes

Tangente es la proyección de las rectas que unen las curvas sobre un plano horizontal, sus elementos son: PI el punto de intersección de la prolongación de dos tangentes y “ α ” (alfa), el ángulo formado por la prolongación de una tangente y la siguiente. [10]

En el diseño de la carretera se tienen las tangentes intermedias que representa la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente. Cuando las tangentes intermedias son largas provocan en el conductor cansancio, somnolencia, siendo la causa potencial de accidentes. Para evitar estos problemas es deseable limitar su longitud. [10]

1.1.3.5.3.2. Curvas circulares simples

El diseño horizontal está conformado por rectas y curvas circulares. Las curvas circulares son los arcos de círculo que unen dos tangentes con distinta dirección. En las curvas circulares actúa la aceleración centrífuga y su magnitud es proporcional a la inversa del radio de la curva. [10] Pueden ser curvas circulares simples, compuestas o reversas. Las simples son las más utilizadas; las compuestas se usan en casos especiales, y las reversas se usan solo en casos excepcionales. [37]

Curvas circulares simples son arcos de circunferencia que unen dos tangentes consecutivas, y se definen por su radio (R), indicado por el diseñador dependiendo de la economía de la vía, el funcionamiento y la comodidad de los usuarios. [37] Entre sus elementos característicos se tienen:

- **Grado de curvatura Gc:** Es el ángulo central subtendido por un arco de 20 metros y de radio R. Su valor debe permitir una circulación segura por la curva a la velocidad de diseño. [10]

El **grado de curvatura** se puede definir como el ángulo central que comprende entre sus lados un arco con un valor de 20 m, utilizando la siguiente fórmula: así: [37]

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow Gc = \frac{1145.92}{R}$$

- **Radio de curvatura:** Es el radio de la curva circular y representado como R.

$$R = \frac{1145.92}{Gc}$$

Radio mínimo de curvatura: Es el mínimo valor con el cual se garantiza seguridad a los vehículos que circulan a una velocidad de diseño dada de acuerdo con el máximo peralte (e) y el coeficiente (f) de fricción lateral. [10] El radio mínimo se calcula con la siguiente fórmula:

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

- R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.
- V = Velocidad de diseño, Km/h.
- f = Coeficiente de fricción lateral.
- e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada). [10]

La norma proporciona los valores mínimos recomendables para el radio de la curva:

Tabla 10. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”

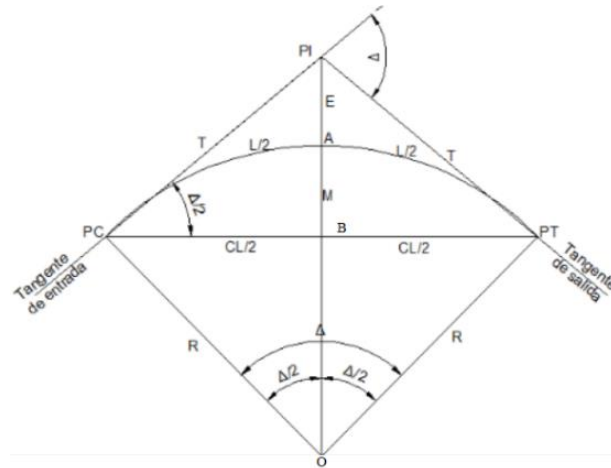
Velocidad de diseño (km/h)	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70		30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.06	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	457.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

1.1.3.5.3.2.1. Elementos de la curva simple

La curva simple cuenta con varios elementos característicos definidos a continuación:

Gráfica 21. Elementos geométricos de una curva simple



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. Cárdenas Grisales James, 2013.

- PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
 - PC = Principio de curva: punto donde finaliza la tangente de entrada y empieza la curva.
 - PT = Principio de tangente: punto donde finaliza la curva y empieza la tangente de salida.
 - O = Centro de la curva circular.
 - Δ = Ángulo de deflexión de las tangentes (ángulo de deflexión principal). Es igual al ángulo central subtendido por el arco PC-PT.
 - R = Radio de la curva circular simple.
 - T = Tangente o subtangente: distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.
 - L = Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.
 - CL = Cuerda larga: distancia en línea recta desde el PC al PT.
 - E = Externa: distancia desde el PI al punto medio de la curva A.
 - M = Ordenada media: distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B. [12]
- a) **Ángulo central (α):** es el ángulo formado por la curva circular. [10]
- b) **Longitud de la curva (Lc):** es la longitud del arco entre el PC y el PT, su fórmula para el cálculo es:

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \rightarrow L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

$\alpha = \text{ángulo de deflexión de las tangentes}$

c) **External (E):** es la distancia mínima entre el PI y la curva, su fórmula es:

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

d) **Flecha (F):** es la distancia entre los puntos medios de la curva y de su cuerda principal.

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

e) **Ordenada media (M):** es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

f) **Deflexión en un punto cualquiera de la curva (θ):** es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado.

$$\theta = \frac{G_C * 1}{20}$$

g) **Angulo de la cuerda (\emptyset):** es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva.

$$\emptyset = \frac{\theta}{2} \quad \text{ó} \quad \emptyset = \frac{G_C * 1}{40}$$

h) **Tangente de curva o subtangente (T):** es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes.

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

i) **Cuerda (C):** es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. [10]

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

1.1.3.5.3.3. Curvas de transición

Proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía entre una recta y una curva circular, aumentando la seguridad y comodidad de los conductores. Tienen por objeto suavizar el grado de curvatura cuando un vehículo pasa de recta a curva, evitando un cambio brusco en la aceleración radial. [37]

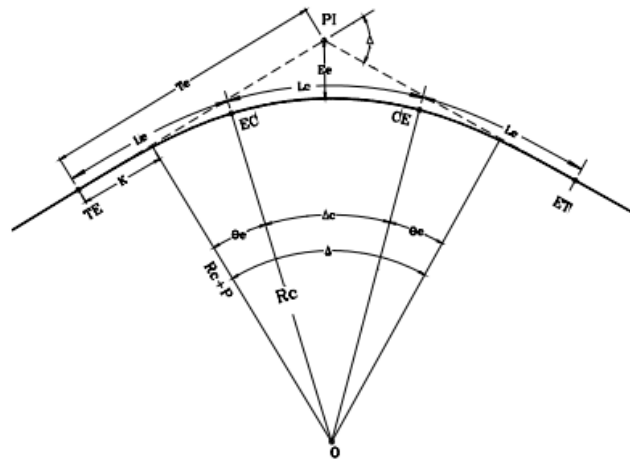
Tipos de curvas de transición

- Curva de transición de óvalos de Cassini o curva elástica
- La lemniscata de Bernoulli (radioide a las cuerdas)
- Clotoide o espiral de Euler (radioide a los arcos): es la más utilizada en carreteras, representa una curva plana que inicia a partir de un punto dando vueltas, alejándose de él y cambiando su radio. Para el diseño geométrico de vías se utiliza solo su parte inicial. [35]

Elementos de la curva espiral

En la gráfica se presentan todos los elementos que conforman la curva compuesta por una espiral de entrada, un arco circular central y una espiral de salida. [35]

Gráfica 22. Geometría curva espiral – circular - espiral



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. Cárdenas Grisales James, 2013.

- TE = Punto de empalme entre la recta y la espiral
- EC = Punto de empalme entre la espiral y el arco circular

- CE = Punto de empalme entre el arco circular y la espiral
- ET = Punto de empalme entre la espiral y la recta
- Δ = Deflexión de la curva.
- Rc = Radio curva circular
- Te = Tangente de la curva. Distancia TE – PI y PI - ET
- Lc = Longitud curva circular [35]

Longitud de la espiral Le: es la longitud medida sobre la curva entre el TE y el EC o del CE al ET, y es igual a:

$$L_e = 0.072 \frac{V^3}{R C}$$

- Le = Longitud mínima de la espiral, m.
- V = Velocidad de diseño, Km/h.
- R = Radio de la curva circular, m.
- C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Varía entre 1 y 3. [10]

En la siguiente tabla se indican las longitudes de las espirales en función de la velocidad de diseño, del radio de la curva circular y del coeficiente C = 2

Tabla 11. Valores mínimos recomendables de la longitud de la espiral ($L_e = 0.036V^3 / R$)

V (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
R mín	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le mín	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

Deflexión de la espiral θ_e : es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos. [10]

$$\theta_e = \frac{L_e}{2R} \quad \text{radianes}$$

Longitud total de la curva LT: es la suma de las longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de la curva circular. [10]

$$L_T = 2L_e + L_C$$

1.1.3.5.3.4. Peralte

Cuando un vehículo transita sobre una curva de radio R, a una velocidad V, se genera una fuerza que lo empuja hacia afuera denominada fuerza centrífuga. [35]

Para contrarrestar la fuerza centrífuga se realiza mediante el peralte y la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada. [35]

Peralte: representado por “e” es la inclinación transversal que se da a la calzada en curvas para absorber parte de la fuerza centrífuga, se calcula con la fórmula: [36]

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

-e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada).

-Vd = Velocidad de diseño, Km/h.

-R = Radio de la curva, m.

-f = Máximo coeficiente de fricción lateral. [10]

El peralte no compensa totalmente la fuerza centrífuga en las curvas, por lo que resulta necesario recurrir a la fricción. [10]

- **Peralte Máximo (emáx):** Depende de la topografía (llanura o montaña), el clima y condiciones de operación de los vehículos (zonas de bajas velocidades, zonas suburbanas o urbanas). [36] Se fijaron los siguientes valores máximos del peralte:

Tabla 12. Peraltes máximos

Peralte máximo "e máx" %	Tipo de área
10	Rural montañosa
8	Rural llana
6	Próxima a la urbana

Fuente: Manual de Diseño Geométrico Vial – Tomo I. Berardo, María; Baruzzi, Alejandro; Dapás, Oscar; Freire, Rodolfo; Tartabini, Mauro; Vanoli Gustavo, 2014

- **Desarrollo del peralte:** Al transitar por una curva se modifica la inclinación transversal de la vía. Esta transición se puede desarrollar de tres maneras:
 - ✓ Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
 - ✓ Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
 - ✓ Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior. [10]

El cambio de inclinación transversal requiere de una longitud apropiada. Para calcular la longitud total del desarrollo del peralte se utiliza el gradiente de borde “i”. Los valores recomendados de las gradientes longitudinales se indican a continuación: [10]

Tabla 13. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

Vd, km/h	Valor de i, %	Máxima pendiente equivalente
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129
30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
50	0.650	1:154
60	0.600	1:167
70	0.550	1:182
80	0.500	1:200
90	0.470	1:213
100	0.430	1:233
110	0.400	1:250
120	0.370	1:270

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

- **Longitud de transición:** La transición del peralte es el cambio en la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte establecido, y se realiza a lo largo de una longitud apropiada. [35]

$$L_{min} = 0.56 V$$

1.1.3.5.3.5. Sobreecho de curvas

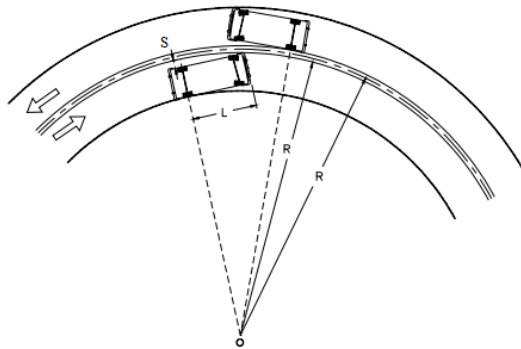
Los sobreechos son requeridos porque en curvas las llantas traseras de un vehículo van por una trayectoria diferente a las llantas delanteras, necesitando mayor espacio

para poder girar y así evitar que el vehículo se salga de la vía. [35] El sobreancho se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$S = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

- S = Valor de sobreancho, m.
- R = Radio de la curva circular, m.
- L = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo, m. [35]

Gráfica 23. Sobreancho requerido en una curva



Fuente: Diseño Geométrico de Vías. Agudelo Ospina, John Jairo, 2013.

Algunos diseñadores añaden un factor de seguridad empírico, esta expresión completa es conocida como la fórmula de Barnett y es la siguiente:

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

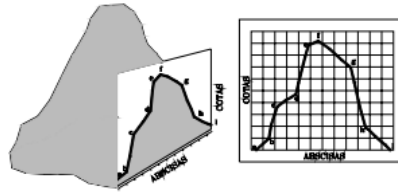
- n = Número de carriles de la calzada.
- V = Velocidad de diseño, Km/hora. [35]

El sobreancho mínimo es 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores, por razones económicas. [10]

1.1.3.5.4. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección del eje de la carretera sobre una superficie vertical paralela al mismo, es decir, el eje de la carretera visto de perfil, este eje se denomina rasante. [37]

Gráfica 24. Alineamiento vertical



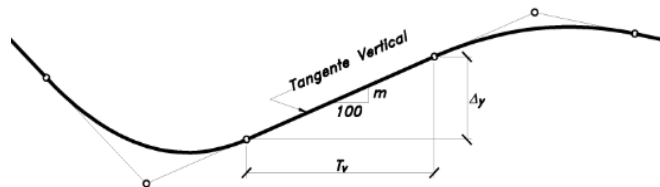
Fuente: Diseño Geométrico de Vías. Agudelo Ospina, John Jairo, 2002

El alineamiento vertical al igual que el alineamiento horizontal está formado por tramos rectos denominados tangentes verticales enlazados por curvas verticales. Los tramos rectos son líneas de pendiente constante, mientras que las curvas verticales permiten la variación de la pendiente de un sitio a otro. [37]

1.1.3.5.4.1. Tangentes verticales

Las rectas o tangentes verticales están limitadas por dos curvas sucesivas, se caracterizan por su longitud y su pendiente. Como se muestra en la gráfica: [12]

Gráfica 25. Tangente vertical



Fuente: Diseño geométrico de carreteras - 2da edición. Cárdenas Grisales, James, 2013

- T_V : es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.
- m (pendiente): es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma expresado en porcentaje, es decir:

$$m = \left(\frac{\Delta y}{T_V} \right) 100$$

La longitud mínima de las tangentes verticales para:

- $V \leq 40$ Km/h es la distancia recorrida en 7 seg a dicha velocidad.
- $V > 40$ Km/h) mínimo la distancia recorrida en 10 seg a dicha velocidad. [12]

A continuación, se muestra una tabla con la longitud mínima de la tangente vertical en función de la velocidad.

Tabla 14. Longitud mínima de la tangente vertical

Velocidad específica de la Tangente Vertical Vtv (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Longitud mínima de la Tangente Vertical (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

1.1.3.5.4.2. Gradiente longitudinal

La gradiente o pendiente depende de la topografía del terreno y es conveniente que tenga valores bajos, ya que ésta puede producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos, así:

- Si la pendiente es cero, no afecta la velocidad.
- Si es - (bajada), los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad.
- Si es + (subida), los vehículos pesados (camiones) reducen su velocidad. [37]

Gradiente mínima: La gradiente mínima generalmente es de 0,5%. En el caso de caminos rurales, la pendiente puede ser nula siempre y cuando la superficie de la calzada tenga el bombeo adecuado para drenar el agua. [36]

Gradiente máxima: En la siguiente tabla se indican las gradientes medias máximas que pueden adoptarse en función de la topografía, volumen de tráfico y de la clase de carretera. [10]

Tabla 15. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

Clase de Carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I ó R-II > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1000 a 3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 A 1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 A 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño: En el caso de gradientes muy altas se debe limitar su longitud. La longitud crítica de gradiente define la longitud máxima de una gradiente de subida, en la cual un camión puede transitar sin reducir demasiado su velocidad, evitando generar tráfico. Los valores máximos de longitud son: [10]

Tabla 16. Gradientes y longitudes máximas

Gradientes	Longitud Máxima
8 - 10%	1000 m
10 - 12%	500 m
12 - 14%	250 m

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

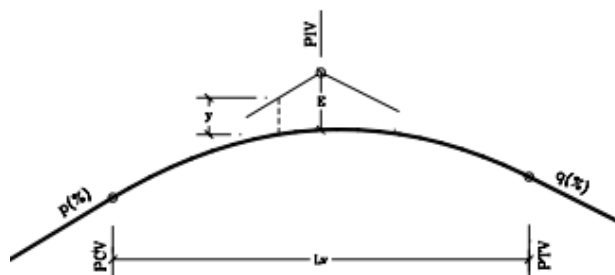
Cuando las pendientes son menores del 3% no tienen longitud crítica de la pendiente. En el caso de sobrepasar la longitud crítica de la es necesario añadir un carril de ascenso adicional para los vehículos pesados. [10]

1.1.3.5.4.3. Curvas verticales

Las curvas verticales son aquellas que permiten enlazar dos tangentes verticales, efectuando el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, brindando una circulación cómoda y segura. La curva vertical que se utiliza es la parábola simple ya que se adaptan al cambio de pendiente. [12]

Las curvas verticales cuentan con varios elementos geométricos que se describen a continuación:

Gráfica 26. Elementos de la curva vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Vías. Agudelo Ospina, John Jairo, 2002

- PCV = Principio de curva vertical.

- PIV= Punto de intersección vertical
- PTV = Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical
- E = Externa. Distancia vertical entre el PIV y la curva.
- L_v = Longitud de curva vertical
- $p(\%)$ = Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje.
- $q(\%)$ = Pendiente final o de salida expresada en porcentaje.
- y = Corrección vertical
- A = Diferencia algebraica de pendientes = $q - p$ [35]

Curva vertical asimétrica: Es aquella curva donde las proyecciones de las dos tangentes son de diferente longitud. Este tipo de curva se realiza debido a la topografía del terreno o por alguna restricción en las tangentes. [35]

Curva vertical simétrica: Es la curva donde las proyecciones de las dos tangentes son de igual longitud, es decir, cuando el punto de intersección de las tangentes está en la mitad de la parábola. [35]

Tipos de curvas verticales

- *Curvas verticales cóncavas:* Son aquellas parábolas que abren hacia arriba. Estas curvas deben ser lo suficientemente largas que permitan una adecuada distancia de visibilidad de los vehículos. La longitud de una curva cóncava es:

$$L = K \cdot A$$

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, se calcula con:

$$L_{min} = 0.60V$$

- L: Longitud de la curva vertical
- K: Coeficientes para curvas verticales
- A: Diferencia entre gradientes
- V: es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora. [10]

- *Curvas verticales convexas:* Son aquellas parábolas que abren hacia abajo. La longitud de una curva vertical convexa se determina con:

$$L = K.A$$

Para calcular la longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas se tiene:

$$L_{min} = 0.60V$$

Tabla 17. Coeficiente K para curvas verticales mínimas

Clase de Carretera					Valor recomendable			Valor absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R-I ó R-II	>	8000	TPDA	115	80	43	80	43	28	
I	3000	A	8000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1000	A	3000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	A	1000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	A	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	menos de 100 TPDA				12	7	8	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

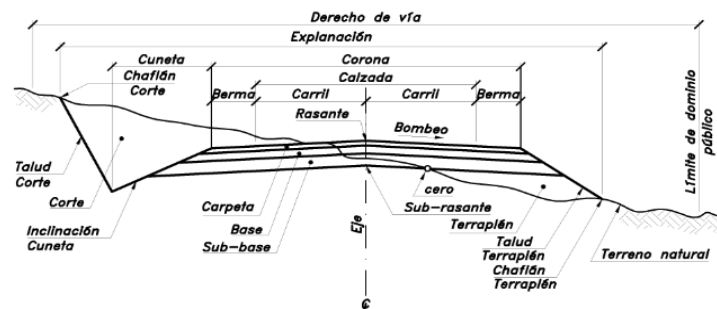
1.1.3.5. Sección transversal

La sección transversal de la carretera es el perfil del terreno en dirección normal al eje del alineamiento horizontal, en la que se establece las dimensiones de los elementos que conforman la carretera y su ubicación. Para definir las dimensiones de los elementos de la carretera se considera la importancia de la vía, tránsito, velocidad de diseño, topografía, buscando siempre brindar seguridad y comodidad. [35]

1.1.3.5.1. Elementos geométricos de la sección transversal

En la siguiente gráfica se presenta una sección transversal típica con sus elementos:

Gráfica 27. Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta



Fuente: Diseño geométrico de carreteras. Cárdenas Grisales, James, 2014

- **Ancho de zona o derecho de vía:** es la faja de terreno donde se construye la vía, se utiliza para el mantenimiento y futuras ampliaciones.

Los anchos mínimos recomendados son los siguientes: [35]

Tabla 18. Ancho de zona

Tipo de carretera	Ancho de Zona Mínimo (m)
Carretera principal de dos calzadas	Mayor a 30
Carretera principal de una calzada	24 – 30
Carretera secundaria	20 – 24
Carretera terciaria	15 – 20

Fuente: Diseño Geométrico de Vías. Agudelo Ospina, John Jairo, 2002

- **Banca:** es la distancia horizontal, entre los bordes exteriores de las cunetas.
- **Corona:** es la superficie de la carretera comprendida entre los bordes interiores de las cunetas, formado por la calzada y las bermas. [35]
- **Carril:** es la faja de la carretera destinada a la circulación de una fila de vehículos. El ancho y número de carriles dependen de la capacidad y niveles de servicio. Los anchos más utilizados son: 2.50 m, 3.00 m, 3.30 m, 3.50 m y 3.65 m. [35]
Carriles auxiliares: son carriles adicionales que permiten cambios de velocidad, evitando congestiones. El ancho mínimo es 3.30 m. [35]
- **Taludes:** planos laterales que delimitan la carretera. La inclinación de un talud depende del tipo de suelo y sus propiedades, buscando siempre diseñar con la menor pendiente económicamente permisible. [35]
- **Calzada o superficie de rodamiento:** es la zona de la carretera donde circulan los vehículos. [12] El ancho de la calzada se define según el volumen del tráfico y de la topografía. Los valores mínimos recomendados para el Ecuador son:

Tabla 19. Anchos mínimos de calzada

Clase de Carretera	Ancho de la calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I ó R-II > 8000 TPDA	7.30	7.30
I 3000 A 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 A 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 A 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 A 300 TPDA	6.00	6.00
V menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

- **Bermas:** son fajas contiguas a ambos lados de la calzada, se utilizan para el estacionamiento provisional, funciona como parada de autobuses y permite la circulación de ciclistas. [35] El ancho puede ser de 0,50 m a 3,00 m. [37]

- **Bombeo:** es la pendiente transversal que tiene la calzada que va del eje hacia los bordes, permite evacuar las aguas lluvias hacia las bermas y cunetas. [12]
- **Cunetas:** son zanjas abiertas construidas junto a las bermas, tienen la función de recoger el agua superficial y conducir las hasta evacuarlas. [35]
- **Rasante:** punto que señala la altura de la superficie de acabado final de la vía en el eje. [35]
- **Sub-rasante:** es la superficie sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. [12]

1.1.3.6. Pavimento

Un proyecto vial también requiere el diseño del pavimento, que es un conjunto de capas superpuestas compuestas por materiales seleccionados. Su objetivo es soportar las cargas generadas por el tránsito durante su periodo de vida útil. [38]

1.1.3.6.1. Tipos de pavimentos

- a) **Pavimento flexible:** formado por una carpeta bituminosa, lo que le da el carácter flexible, apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase compuestas por materiales granulares, encargadas de distribuir adecuadamente las tensiones verticales y se apoyan sobre el terreno natural o subrasante. [39]
- b) **Pavimento semirrígido:** similar a un pavimento flexible, con la diferencia de que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con aditivos. [39]
- c) **Pavimento rígido:** constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre una capa denominada subbase. La capacidad estructural del pavimento depende de la resistencia de las losas. [39]
- d) **Pavimento articulado:** compuesto por una capa de rodadura conformada por adoquines, sobre una capa de arena de 3 a 5 cm de espesor, apoyada directamente sobre la subrasante o sobre una capa de base granular. [39]

1.1.3.6.2. Capas que forman la estructura del pavimento

- **Terreno de fundación o subrasante:** representa el terreno natural que soporta la estructura del pavimento. [38]

- **Subbase:** está compuesta por materiales granulares no tratados colocados sobre la subrasante. Soporta y transmite a la subrasante los esfuerzos del tránsito en magnitudes tolerables y drena el agua de las capas superiores. [38]

Clases de subbases

- **Subbases clase 1:** formadas por áridos gruesos obtenidos de la trituración de grava o roca. La trituración del árido grueso no deberá ser menor del 30%. [7]
- **Subbases clase 2:** formada por áridos gruesos, producto de la trituración o cribado de gravas o yacimientos de piedras que estén fragmentadas naturalmente. La trituración del árido grueso no deberá ser menor del 30%. [7]
- **Subbases clase 3:** formada por áridos gruesos extraídos mediante cribado de gravas o roca. [7] Cada subbase mencionada debe cumplir con la granulometría indicada:

Tabla 20. Áridos para subbase

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm)			100
2" (50.4 mm)		100	----
1 1/2 (38.1 mm)	100	70-100	----
Nº4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
Nº40 (0.425 mm)	10-35	15-40	----
Nº200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002

- **Base:** está compuesta por materiales granulares no tratados colocados sobre la subbase. Esta capa debe ser un elemento resistente que transmita a la subbase y subrasante los esfuerzos del tránsito con intensidades adecuadas. [39]

Clases de bases

- **Base clase 1:** formada por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y graduados uniformemente. Se debe obtener los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. [7]

- **Base clase 2:** formada por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso. Se debe obtener los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. [7]
- **Base clase 3:** constituida por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente. [7]
- **Base clase 4:** constituida por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, y debidamente graduadas. Cada base mencionada debe cumplir con la granulometría indicada:

Tabla 21. Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para las bases

TAMIZ		BASE CLASE 1				BASE CLASE 2		BASE CLASE 3		BASE CLASE 4	
		Tipo A		Tipo B		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.						
2"	50 mm		100		100		100		100		100
1 1/2"	37.5 mm	70	100	70	100	70	100				
1"	25 mm	55	85	60	90	55	85	70	100	60	90
3/4"	19 mm	50	80	45	75	47	75	60	90		
3/8"	9.5 mm	35	60	30	60	35	65	40	75		
N° 4	4.75 mm	25	50	20	50	25	55	30	60	20	50
N° 10	2 mm	20	40	10	25	15	45	15	45		
N° 40	0.425 mm	10	25	2	12	5	25	10	30		
N° 200	0.075 mm	2	12			0	10	0	15	0	15

Fuente: Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002

- **Capa de rodadura:** es la parte más superficial de la estructura, encargada de resistir directamente las solicitaciones originadas por el tráfico, ya que tiene contacto directo con las llantas de los vehículos y la intemperie. [28]

1.1.3.6.3. Diseño de Pavimentos Flexibles

Para el diseño de pavimentos existen varios métodos basados en ensayos de suelo, estudio del tráfico y calidad de los materiales, el más utilizado: **Método AASHTO93**

1.1.3.6.3.1. Método AASHTO 93

Este método está basado en la determinación del Número Estructural "SN" que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

Número estructural: Para este método se calcula el número estructural SN, para lo cual se dispone de la ecuación siguiente:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

- W18 = Tráfico equivalente o ESAL's.
- Z_R = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R
- S₀ = Desviación estándar
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado
- M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante
- SN = Número estructural. [40]

1.1.3.6.3.1.1. Variables de diseño

- **Período de diseño:** tiempo para el cual se definen las características del pavimento, es decir los años durante los cuales el pavimento prestará un servicio adecuado y eficiente. El período de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, ya que se espera realizar al menos una rehabilitación, por lo que éste será superior a 20 años. [40]

Tabla 22. Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

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

- **Vida útil del pavimento:** Es el tiempo transcurrido desde que la carretera entra en funcionamiento hasta cuando presenta problemas y deja de prestar servicio.

- **Tránsito Equivalente W18:** Las cargas de los vehículos que son transmitidas al pavimento se transforman a una carga equivalente, determinando el número de repeticiones de un eje simple de 8.2 ton. durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial. [40]

Tabla 23. Factor de distribución por carril

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

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

- **Nivel de confiabilidad R:** Es la probabilidad de que el comportamiento de la estructura diseñada sea adecuada, eficiente y satisfactoria durante toda su vida de proyecto. La importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de las capas y el tránsito de diseño pronosticado influyen en la determinación de este factor. [40]

Tabla 24. Valores del Nivel de Confianza R de acuerdo al tipo de camino

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de primer orden	80-99	75-95
Carreteras secundarias	80-95	75-95
Caminos vecinales	50-80	50-80

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

- **Desviación estándar normal Zr:** Los errores que se producen debido al comportamiento real del pavimento y al diseño propuesto por la AASHTO se representan mediante una desviación estándar normal Zr. Los factores de desviación normal Zr están en función del nivel de confiabilidad como se muestra: [40]

Tabla 25. Factores de Desviación Normal

Confiabilidad R%	Desviación Estándar Normal "Zr"	Confiabilidad R%	Desviación Estándar Normal "Zr"
50	0	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.09
92	-1.405	99.99	-3.75

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

- **Desviación estándar global S_o :** Ya elegido el nivel de confianza y demás datos, estos deberán ser corregidos debido a que pueden producirse variaciones de las propiedades de los materiales, la subrasante, el tránsito, etc. para lo cual se considera un factor que representa la desviación estándar. [38] El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO es: $0,4 \leq S_o \leq 0,5$. Se recomienda usar 0.45

- **Módulo de resiliencia M_r :** Este factor caracteriza a la subrasante, y se lo determina a partir de ensayos como el CBR, ya que se ha comprobado que existe una relación entre el M_r medido en el campo y el CBR de laboratorio para la misma densidad. Con los valores del CBR y utilizando las siguientes ecuaciones se pueden obtener los módulos resilientes. [40]

Ecuación sugerida por la AASHTO: $M_r (psi) = 1500 * CBR$ para $CBR < 10\%$

Ecuación desarrollada en Sudáfrica:

$$M_r (psi) = 3000 * CBR^{0.65} \text{ para } CBR \text{ del } 7.2\% \text{ a } 20\%$$

Ecuación utilizada por la AASHTO:

$$M_r (psi) = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ para suelos granulares}$$

- **Índice de serviciabilidad ΔPSI :** Este índice considera el estado inicial y final de serviciabilidad del pavimento que se va a diseñar, brindado a los usuarios un manejo seguro y confortable en un momento determinado. Se determina con la diferencia entre el estado inicial y el estado final de serviciabilidad que tendrá la vía. [38]

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

Se evalúa cuantitativamente con valores entre 0 y 5, donde 5 representa un perfecto estado de la vía. Para pavimentos flexibles, el PSI inicial es de 4,2, mientras que PSI final representa la pérdida de funcionalidad con un valor bajo. Estos valores asumidos dependen de la importancia de la carretera y del criterio del proyectista. [38]

- **Determinación de espesores:** Como ya se estableció antes, el pavimento está conformado por varias capas, las mismas que deben determinarse el espesor

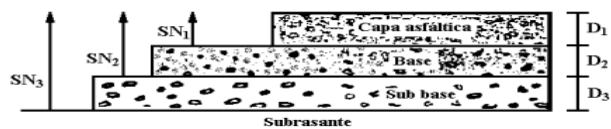
considerando sus características propias. [40] Para obtener los espesores de la capa de rodamiento, base y subbase, se utiliza la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

- a_1, a_2 y a_3 = Coeficientes estructurales de capa de carpeta, base y sub-base.
- D_1, D_2 y D_3 = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente, en pulgadas.
- m_2 y m_3 = Coeficientes de drenaje para base y sub-base, respectivamente. [40]

Los espesores D_1, D_2 y D_3 , deben ser suficientes para dar protección a las capas granulares de las deformaciones, como se muestra en el gráfico siguiente.

Gráfica 28. Espesores de las capas granulares



Fuente: Pavimentos. Universidad Mayor de San Simón, 2004

Tabla 26. Espesores mínimos en pulgadas en función de los ejes equivalentes

Tránsito en ejes equivalentes	Carpetas de concreto asfáltico	Bases granulares
Menos de 50000	1.0 o T.S.	4.0
50001-150000	2.0	4.0
150001-500000	2.5	4.0
500001-2'000000	3.0	6.0
2'000001-7'000000	3.5	6.0
Mayor de 7'000000	4.0	6.0

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

- **Coeficientes estructurales a_1, a_2, a_3 :** Los coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica (a_1), de la capa base (a_2) y de la subbase (a_3), se obtienen con los valores del módulo de resiliencia correspondientes a cada una de ellas y empleando los ábacos proporcionados por la norma. [40]

- **Coeficientes de drenaje:** Los coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase dependen de las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo que el pavimento está expuesto a la humedad próximo a la saturación. [38]

La AASHTO define la calidad de drenaje, y los factores de corrección m_2 y m_3 como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 27. Calidad del drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

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

Tabla 28. Valores de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1-5%	5-25%	Más de 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

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

1.1.3.7. Obras complementarias

1.1.3.7.1. Drenaje

Un sistema de drenaje es un elemento que recibe, canaliza y evacúa las aguas que puedan afectar la funcionalidad de los elementos de la carretera. El objetivo principal de un sistema de drenaje es controlar el agua que llega a la vía y evacuarla inmediatamente para evitar que esta agua se infiltre en las capas del pavimento. [28]

Clasificación de los sistemas de drenaje

1. Drenaje superficial: recoge las aguas pluviales o de deshielo, canaliza y evacúa a los cauces naturales. Se divide en dos grupos:

- Drenaje longitudinal: recoge las aguas sobre el pavimento y las conduce en la misma dirección a la calzada hasta evacuarlas. Pueden ser: cunetas, colectores.
- Drenaje transversal: permite el paso del agua a través de la carretera, con obras como alcantarillas o viaductos.

2. Drenaje profundo: controla el nivel freático del terreno y corrientes subterráneas, para lo cual emplea tuberías de desagüe. [28]

1.1.3.7.1.1. Cunetas

Son canales ubicados a los lados de la vía y en la misma dirección del eje longitudinal. Las cunetas reciben el agua proveniente del talud y de la superficie de rodamiento, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal. [10]

Localización, pendiente y velocidad: se ubicará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, mínimo 0.50% y el valor máximo dependerá de la velocidad del agua. [10]

Forma de la Sección: triangulares, rectangulares y trapezoidales. Generalmente las triangulares son las más utilizadas, por su fácil construcción y mantenimiento. [10]

Diseño Hidráulico: El área hidráulica de una cuneta se calculará en función del caudal máximo de diseño, la sección transversal, la longitud, la pendiente y la velocidad. [10]

1.1.3.7.1.2. Alcantarillas

Son conductos cerrados que se construyen transversales y por debajo de la subrasante de una carretera. Su objetivo principal es el de recoger el agua proveniente de cuencas hidrográficas, cunetas y conducirla hacia cauces naturales. [10]

Formas y Materiales: Pueden ser: circulares, rectangulares, de arco o bóvedas, de hormigón armado, lámina de acero, lámina de aluminio o lámina de acero inoxidable.

Consideraciones para el Diseño: El análisis hidrológico, el diseño hidráulico. [10]

Localización: en función de la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, para que el agua circule sin interrupciones.

1.1.3.7.2. Señalización

La señalización es un símbolo horizontal o vertical, sobre la vía, que informa a los conductores alguna actividad o peligro cercano logrando una circulación segura, estas señales constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color, y su diseño y ubicación deben concordar con el diseño geométrico de la vía. [41]

1.1.3.7.2.1. Señales verticales

Son los símbolos ubicados en postes o estructuras instaladas sobre la vía, previenen a los conductores sobre la existencia de peligros que pueden ser o no visibles. De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- **Señales regulatorias (Código R):** indican prohibiciones y restricciones.
- **Señales preventivas (Código P):** advierten de peligros cercanos.
- **Señales de información (Código I):** informan acerca de posibles rutas.
- **Señales especiales delineadoras (Código D):** informan que se aproxima una zona con un cambio o la presencia de una obstrucción en la misma.
- **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T):** informan acerca de condiciones peligrosas en la vía que puedan causarles daños. [41]
- **Señalización para zonas escolares:** informan la existencia de un centro educativo cercano a la zona. [41]

1.1.3.7.2.2. Señales horizontales

Son las marcas viales, líneas, flechas y letras que se pintan sobre el pavimento y aceras cuya finalidad es de regular el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. [41] Las señales horizontales se clasifican:

- **Líneas longitudinales:** informan zonas con alguna prohibición como estacionarse. [41]
- **Líneas transversales:** indican el sitio donde los vehículos deben detenerse para el paso de peatones. [41]
- **Símbolos y Leyendas:** indican las maniobras que son permitidas, advierten peligros. [41]

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca – Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía Calamaca - Chiquiurco en su estado actual desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000.
- Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual TPDA actual y futuro mediante el conteo vehicular manual de una vía cercana para clasificar la vía que se va a diseñar.
- Efectuar el estudio de suelos mediante ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Densidad Proctor y CBR, determinando el tipo de suelo y sus propiedades físico-mecánicas.
- Definir el diseño geométrico de la vía (alineamiento horizontal, vertical, y sección transversal) cumpliendo con la normativa.
- Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método AASHTO obteniendo los espesores de cada capa y el material a emplearse.
- Realizar el Análisis de Precios Unitarios y estimar el presupuesto referencial necesario para la realización de la vía.

CAPÍTULO II.

METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente proyecto se efectúan varias actividades detalladas a continuación:

1. Búsqueda de información en libros, artículos, normas acerca del procedimiento, métodos y criterios para el diseño de una carretera.
2. Visita y recorrido por el sitio donde iniciará la vía, determinando las condiciones del sitio y los beneficios que traerá la vía a la comunidad.
3. Levantamiento topográfico empleando Estación total y GPS.
4. Conteo manual de vehículos cada 15 minutos durante 12 horas en el transcurso de 7 días seguidos para determinar el tráfico promedio diario anual TPDA actual y futuro.
5. Obtención de muestras de suelos por medio de calicatas de 1.00x1.00m y 50cm de profundidad en el eje de la vía a cada kilómetro, tomando aproximadamente 50 kg de suelo para los ensayos de laboratorio.
6. Estudio de suelos mediante ensayos de Granulometría, Contenido de humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Proctor modificado y CBR.
7. Diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía según normas MTOP2003.
8. Diseño del pavimento según Método AASHTO 93
9. Diseño de obras complementarias (diseño de cunetas, alcantarillas y señalización horizontal y vertical).
10. Presupuesto referencial de la vía mediante un análisis de precios unitarios.

Cada actividad requiere de materiales y equipos adecuados y normados descritos a continuación:

2.1. Materiales y Equipos

2.1.1. Materiales

2.1.1.1 Levantamiento topográfico

✓ Estacas

Elementos de madera rectangulares con un extremo afilado para poder instalarlos en el terreno, se utilizan para marcar puntos y realizar cambios de estación.

✓ Clavos de acero

Colocados en el centro de las estacas o directamente en el suelo con la finalidad de tener un punto más preciso para la instalación de los equipos topográficos.

✓ Libreta de campo

Permite llevar un registro de lo observado en campo y de los datos del levantamiento topográfico como: coordenadas, puntos de referencia, códigos, localidades, pasos de agua, etc.

✓ Combo

Herramienta manual utilizada para introducir los clavos de acero en las estacas y fijar las mismas en el terreno natural.

✓ Pintura

Sirve para identificar lugares, marcar puntos de interés facilitando su visualización y localización.

2.1.1.2 Conteo vehicular

✓ Esfero

Utilizado para registrar en las hojas de conteo el paso de un vehículo.

✓ Hojas de conteo

Documento con un formato establecido, que permite determinar el tipo y cantidad de vehículos que transcurren por la vía en un tiempo determinado.

2.1.1.3 Obtención de muestras

- ✓ **Palas / picos**

Instrumentos utilizados para excavar el terreno natural y recoger las muestras.

- ✓ **Sacos**

Utilizados para la recolección y transporte de las muestras de suelo al laboratorio.

2.1.1.4 Ensayos de laboratorio

- ✓ **Muestra de suelo**

Suelo representativo del terreno donde se implantará la vía, la toma del suelo se realiza por medio de calicatas en el eje de la vía.

- ✓ **Agua**

Usada para realizar los ensayos de laboratorio.

- ✓ **Papel filtro**

Es un papel cortado en forma circular, funciona como un tamiz o filtro para las impurezas y es utilizado en el ensayo Próctor y CBR.

2.1.2. Equipos

2.1.2.1 Levantamiento topográfico

- ✓ **Estación total**

Instrumento con diversas funciones, cuenta con un medidor electrónico de ángulos y distancias y un microprocesador para realizar los cálculos determinando las coordenadas de los puntos del terreno, superficies, volúmenes, alturas, desniveles, pendientes, etc.

✓ **GPS (Sistema de Posicionamiento Global)**

Es un sistema que utiliza satélites ubicados en el espacio, recibe y decodifica la señal del satélite calculando las coordenadas de los puntos deseados, datos utilizados para la estación total.

✓ **Flexómetro**

Instrumento que se utiliza para la medición de longitudes cortas. En el levantamiento topográfico se utiliza para medir las alturas de la estación total y de los prismas.

✓ **Bastón para prismas**

Bastón largo de sección cilíndrica que se conecta con un prisma en la parte superior y le sirve de soporte.

✓ **Prisma**

Constituido por un conjunto de cristales cuya función es la de proyectar la señal que produce la estación total, calculando la distancia entre la estación total y el prisma. Se conecta con el bastón y ambos deben estar a una altura adecuada con la finalidad de que sea visible tanto para el topógrafo como para la Estación total.

✓ **Trípode**

Aparato de tres patas, la parte superior es circular o triangular y sirve para dar soporte, estabilizar, ajustar y nivelar la Estación total.

✓ **Radios de comunicación**

Dispositivos portátiles que permiten la comunicación entre el topógrafo encargado de la estación total y las personas encargadas de los prismas.

✓ **Equipo de protección**

Equipo empleado para brindar una mayor seguridad en los trabajos en campo, como son casco, chaleco, botines punta de acero, protección de ojos y oídos, etc.

✓ **Computador**

Dispositivo informático que se utiliza para almacenar y procesar los datos provenientes de la Estación total, y mediante la utilización de programas, realizar el diseño vial correspondiente.

2.1.2.2 Conteo vehicular

✓ **Cronómetro**

Instrumento que permite medir intervalos de tiempo muy pequeños, lo que ayuda a registrar el número de vehículos que circulan en ese tiempo.

2.1.2.3 Ensayos de laboratorio

Equipos generales

✓ **Recipientes metálicos**

Contenedores pequeños que sirven para almacenar muestras de suelo y colocarlas en el horno.

✓ **Horno**

Horno industrial utilizado para el secado de las muestras de suelo, a una temperatura específica.

✓ **Balanza electrónica**

Sirve para determinar los pesos de recipientes, muestras de suelo a ensayar, etc.

✓ **Palustre**

Herramienta formada por un mango de madera y una lámina de metal triangular, que permite manipular, mezclar o extender las muestras de suelo.

Equipos específicos

a) Granulometría:

- ✓ **Tamices cuadrados 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4**

Tamices cuadrangulares que se usan para separar las partes finas de las gruesas de las muestras de suelo y está compuesto por un marco rígido y una malla caracterizada por su abertura. Se emplean series normalizadas de tamices para realizar el ensayo.

- ✓ **Fuente cuadrada**

Recipiente metálico que se coloca al final de los tamices y que recoge el material que pasa por el tamiz N°4.

- ✓ **Brocha**

Utensilio con el cual se limpia la malla metálica de cada tamiz para recoger y pesar todo el material que pasa por el mismo.

- ✓ **Balanza**

Instrumento que sirve para pesar las muestras de suelo a tamizar y posteriormente determinar los pesos que pasan por cada tamiz, con gran precisión.

- ✓ **Tamices redondos N°8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100, 200**

Tamices circulares que separan la parte más fina de las muestras de suelo en diferentes tamaños.

- ✓ **Tapa**

Instrumento que se coloca en el tamiz superior para que al realizar el ensayo se retenga toda la muestra dentro de los tamices.

- ✓ **Fuente redonda**

Recipiente que se coloca al final de los tamices y que recoge el material que pasa por el tamiz N°200.

✓ **Tamizadora**

Instrumento que sirve para agitar los tamices redondos, permitiendo la distribución y separación rápida de la muestra.

b) Límite líquido y plástico

✓ **Copa de Casagrande**

Instrumento utilizado para determinar el límite líquido, colocando en la copa, la muestra de suelo con una separación y contando el número de golpes necesarios para juntar esta muestra.

✓ **Ranurador plano tipo triangular**

Instrumento con el cual se divide la muestra de suelo colocada en la copa de Casagrande.

✓ **Mortero y pistilo**

Envase semiesférico en el cual se coloca, prepara y pulveriza la muestra de suelo a ensayarse.

✓ **Espátula**

Instrumento plano de metal que se utiliza para mezclar la muestra de suelo y tomar pequeñas cantidades de la misma.

✓ **Superficie de vidrio**

Utilizado para determinar el límite plástico, es una base de vidrio rectangular sobre la cual se amasa la muestra de suelo formando pequeños rollos.

c) **Próctor modificado y CBR**

✓ **Moldes**

Recipientes metálicos en forma cilíndrica, tienen la función de contener las muestras de suelo al momento de realizar el ensayo. Están formados por el collar, cuerpo de molde y base, sus dimensiones son 12 cm de altura y el diámetro interno de 15 cm.

✓ **Disco espaciador**

Disco espaciador de forma circular con un diámetro igual al del molde para poder introducirlo en el mismo como un falso fondo durante la compactación.

✓ **Martillo**

Herramienta en forma de tubo circular que tiene la función de compactar el suelo dentro del molde, pesa 10 lb y la altura de caída es de 18 pulg.

✓ **Enrazador plano**

Herramienta metálica que permite retirar el exceso de suelo en el molde y nivelarlo a la misma altura.

✓ **Probeta**

Instrumento de plástico o de vidrio que permite contener y medir el volumen del agua.

✓ **Calibrador pie de rey**

Instrumento para medir dimensiones pequeñas como longitudes, diámetros y profundidades.

✓ **Pesas**

Pesa anular y pesa ranurada con diámetros especificados para el ensayo y cuyo peso es de 2.27 kg cada una, para producir en el molde una sobrecarga similar a la producida por la estructura del pavimento a construirse.

✓ **Tanque para inmersión**

Depósito con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

✓ **Máquina de penetración CBR**

Máquina que aplica una fuerza uniforme para forzar la penetración del pistón dentro del espécimen y así medir la resistencia del suelo.

2.2. Métodos

Investigación de campo

La investigación de campo permite recopilar datos reales e información directa del sitio.

En el proyecto, la investigación de campo se la realiza mediante visitas y recorridos por el sitio donde se implantará la vía, determinando así las condiciones y características del sitio, topografía del terreno y las dificultades que pueden presentarse tanto en la realización del levantamiento topográfico como en la construcción de la vía. Además de entablar diálogos con las autoridades de la parroquia y habitantes del sector para establecer los beneficios que traerá la vía a la parroquia.

Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica obtiene, interpreta y analiza información a partir de fuentes documentales garantizando la calidad de los fundamentos teóricos.

Se realiza una búsqueda y recopilación de información en libros, normas, artículos científicos, tesis acerca de conceptos básicos, métodos y criterios necesarios para el diseño de vías determinando el procedimiento a seguir para el diseño geométrico de la vía y el diseño del pavimento. La información será tomada de la biblioteca virtual de la Universidad Técnica de Ambato y demás repositorios virtuales, además de revistas de Ingeniería Civil.

Investigación experimental

En la investigación experimental se realizan actividades metódicas y técnicas para obtener información y datos necesarios sobre el tema de interés.

En el presente proyecto se ejecutan varios ensayos de laboratorio donde se analizan las muestras de suelo obtenidas del sitio, definiendo sus características, propiedades y la clasificación del mismo.

2.2.1. Ubicación del proyecto

2.2.1.1. Ubicación macro

El Ecuador está localizado al noroeste de América del Sur, limitando al norte con Colombia, al sur y este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico. Las Islas Galápagos también son parte del territorio ecuatoriano y están localizadas en el Océano Pacífico, a 965 Km. de la costa ecuatoriana. [42]

El país tiene una superficie total de 256.370 km², dividido en 4 regiones naturales: Costa, Sierra, Oriente o Amazonía y la región Insular, en las que se distribuyen 24 provincias así: la región Costa cuenta con 7 provincias, la Sierra con 10, el Oriente con 6 y la región Insular con una sola provincia.

Gráfica 29. Mapa de Sudamérica y ubicación de Ecuador



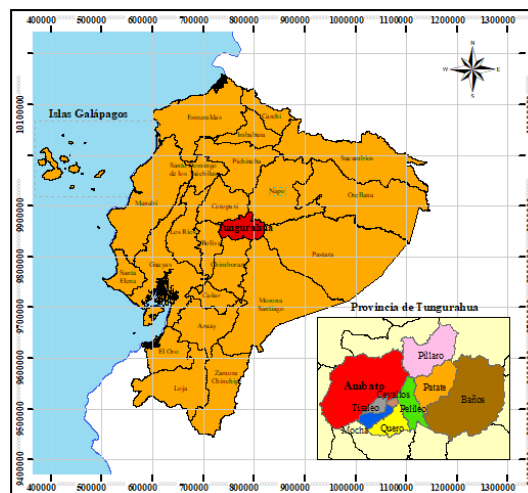
Fuente: Elaboración propia en ArcGIS

2.2.1.2. Ubicación meso

La provincia de Tungurahua se encuentra localizada en el centro del país, en la región Sierra, tiene una extensión aproximada de 3.386 km² y está limitada al norte con Cotopaxi, al sur con Chimborazo, por el oeste con Bolívar, al sureste con Morona Santiago, al este con Pastaza y al noreste con Napo.

Su capital es la ciudad de Ambato y está integrada por 9 cantones: Ambato, Baños, Cevallos, Mocha, Patate, Quero, San Pedro de Pelileo, Santiago de Píllaro y Tisaleo.

Gráfica 30. Mapa de Ecuador y de la provincia de Tungurahua



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS

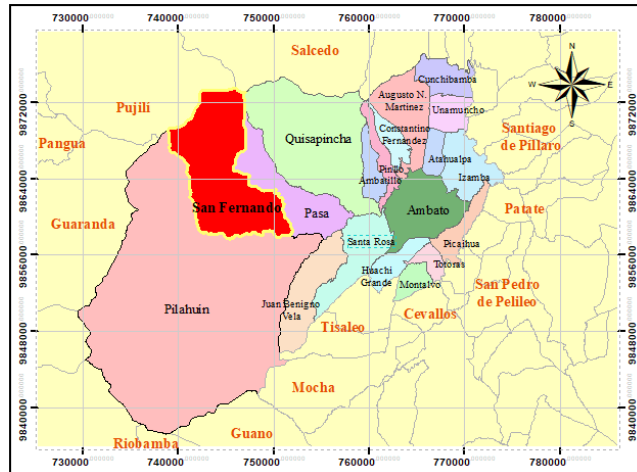
2.2.1.3. Ubicación micro

El cantón Ambato tiene una extensión aproximada de 1200 km², limitada al norte con la Provincia de Cotopaxi, al sur la Provincia de Chimborazo y los cantones Tisaleo y Cevallos, al este los cantones Pelileo y Píllaro y al oeste la Provincia de Bolívar. Territorialmente, Ambato está organizada en 9 parroquias urbanas y 18 rurales.

El presente proyecto se encuentra ubicado en la parroquia rural de San Fernando, situada en la parte occidental de la provincia, en la Cuenca del río Calamaca y ocupando las estribaciones del cerro Casahuala.

Tiene una superficie de 106.37 km² sus límites políticos son al Norte las estribaciones del Casahuala y la provincia de Cotopaxi, al Sur Pilahuín, al Este la parroquia de Pasa y Quisapincha y al Oeste la provincia de Bolívar.

Gráfica 31. Mapa del Cantón Ambato y ubicación de la parroquia San Fernando



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS

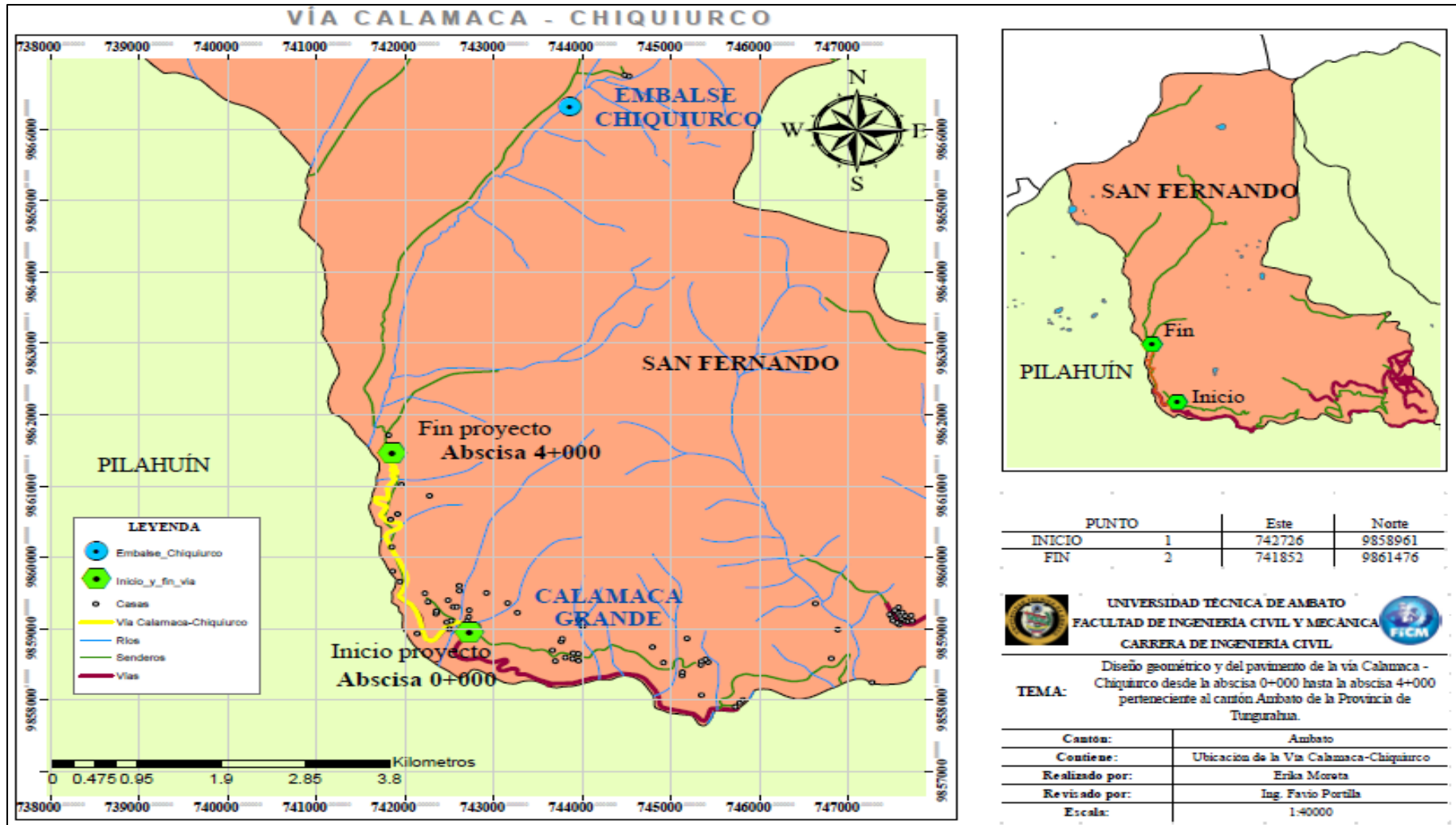
Específicamente, la vía se encuentra al suroeste de la parroquia, comunicando los sectores de Calamaca Grande y el embalse Chiquiurco, a continuación, se presenta la ubicación geográfica de la misma.

Tabla 29. Ubicación geográfica del proyecto

Punto	Abscisa	Este	Norte	Elevación
Inicio	0+000	742726.00 m	9858961.00 m	3481
Final	4+000	741852.00 m	9861476.00 m	3502

Fuente: Autora

Gráfica 32. Ubicación de la vía Calamaca – Chiquiurco Km 0+000 – 4+000



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS

2.2.1.3.1. Datos informativos del sector

✓ **Ecosistemas**

En la parroquia se identifican las siguientes zonas:

- 🚧 Páramo seco y herbáceo: se extiende desde los 4000 hasta 5000 msnm, su característica es que presenta formaciones rocosas arenosas, pequeños arbustos y pajonal herbáceo.
- 🚧 Montano alto: Bosque verde se extiende desde los 3120 msnm a 3500 msnm.

✓ **Hidrología**

San Fernando se localiza en la cuenca alta del río Ambato, destacándose el río Calamaca que nace en los páramos del Casahuala, este pertenece a la subcuenca del río Patate y a la cuenca del río Pastaza.

✓ **Clima**

El clima predominante de todo el territorio es el Clima Ecuatorial de alta montaña, que se sitúa por encima de los 3.000 m.s.n.m. Su temperatura máxima es de 18° C, la mínima puede ser inferior a 0° C y las medias anuales, fluctúan casi siempre entre 6° a 10° C.

✓ **Relieve**

En la parroquia se presenta un relieve accidentado predominando las colinas medianas y un relieve escarpado y montañoso, que se encuentra en el sector de los páramos.

✓ **Actividad agrícola y ganadera**

En la parroquia se pueden identificar tres zonas productivas:

- Zona alta: se produce principalmente pastos, papas, ocas, mellocos, cebada y cebolla blanca.

- Zona media: se produce los cultivos de ciclo corto como son: papas, maíz, mellocos, ocas, cebada, quinua y pastos.
- Zona baja: se cultiva papas, maíz, cebada, arveja, cebolla blanca, zanahoria blanca y zanahoria amarilla, y frutas como la claudia, pera y manzana.

El destino de la producción agrícola es para el autoconsumo y para la venta en el Mercado Mayorista de Ambato y en ferias de otras parroquias.

De igual manera la mayor parte de habitantes se dedican principalmente a la crianza de ganado Criollo, Jersey y Holstein.

✓ **Turismo**

La parroquia por su ubicación geográfica hacia la zona alta posee algunos sitios de interés turístico como son los páramos, que con su flora y fauna tiene un valor paisajístico alto, en los páramos se encuentran animales silvestres como: venados, lobos, conejos, guarros y curiquingues. También como atractivos y sitios de interés turísticos se tiene las Lagunas de Yanacocha, Patococha, y el mirador de La Cruz.

2.2.2. Plan de recolección de datos

El proyecto busca realizar un diseño geométrico adecuado para la vía en estudio, de igual manera, el diseño del pavimento flexible y de las obras complementarias debe adecuarse al tipo de vía, cumpliendo con los factores de comodidad, estética, funcionalidad, economía y seguridad a sus usuarios.

Es preciso señalar que el diseño geométrico de la vía, diseño del pavimento y de obras complementarias cumplen con la normativa vigente en el país, igualmente el estudio de suelos y la determinación del TPDA actual y futuro se efectúan siguiendo las normas y recomendaciones correspondientes.

Por tanto, la recolección de datos para el proyecto debe seguir procedimientos completos y apropiados, detallados a continuación, con el propósito de recolectar todos los datos necesarios para que posteriormente sean procesados y analizados.

2.2.2.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico permite definir y examinar la superficie del terreno donde se implantará la vía. Para realizar el levantamiento con estación total es fundamental seguir el siguiente procedimiento a fin de obtener datos precisos y reales del sitio.

1. Determinar donde se ubicará el punto en el que se colocará la estaca inicial y obtener sus coordenadas con ayuda del GPS.
2. Instalar, nivelar y configurar la estación total.
3. Ingresar los datos (coordenadas y altura del bastón) del punto de referencia que debe ser un punto siempre al Norte.
4. Tomar los puntos a lo largo de la vía, teniendo en cuenta los puntos principales como: el eje vial, ancho, calzadas, alcantarillas, intersecciones, edificaciones, pasos de agua y demás puntos de interés para el diseño de la vía.
5. Durante el levantamiento se deben realizar todos los cambios de estación que sean necesarios, para lo cual es importante anotar las coordenadas de las estaciones y de los puntos de referencia en la libreta de campo.
6. Tener en cuenta que la franja topográfica debe tener una longitud adecuada desde el eje principal de la vía a cada lado, con la finalidad de obtener todos los datos que afectan el diseño de la vía.
7. Una vez finalizado el levantamiento se exportan los datos tomados a una memoria USB para posteriormente ser procesados y analizados en la computadora.

2.2.2.2. Conteo vehicular

Es fundamental cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizarán por la vía, para lo cual se realiza un conteo vehicular así:

1. Determinar el sitio donde se localizará la estación de conteo, el mismo que debe representar el volumen de tránsito frecuente en el sector.
2. Realizar el conteo de vehículos (livianos, buses y pesados) en forma manual, en intervalos de 15 minutos durante 12 horas desde las 7:00 am hasta las 19:00 pm, en el transcurso de 7 días seguidos como especifica la norma.

2.2.2.3. Obtención de las muestras de suelo

La extracción de muestras se realiza mediante calicatas por el método de pozos a cielo abierto fundamentándose en las normas: NTP 339.162 y NTE INEN 686, y siguiendo el procedimiento a continuación:

1. Identificar la ubicación y sus coordenadas del sitio donde se realizarán las calicatas.
2. Se elimina la parte vegetal del suelo y se excava el pozo de 1.00 x1.00 m de sección y de 50 cm de profundidad en el eje de la vía.
3. Se toma alrededor de 50 kg de suelo en costales para ser transportados al laboratorio.
4. Cada muestra lleva dos etiquetas de identificación (adentro y afuera), con el nombre de la obra, fecha, kilometraje y la profundidad a la que se tomó la muestra.
5. El espaciamiento de las calicatas depende de la homogeneidad del suelo y el tipo de estudio de suelo a realizar, debido a que el suelo presenta pocas variaciones en sus características, se realizan calicatas cada 1 km.

2.2.2.4. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de suelo se realizan en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente. A continuación, se detalla la normativa de cada ensayo a realizar y un resumen de su procedimiento.

a) Contenido de humedad natural

Normas: INEN 690 (Instituto Ecuatoriano de Normalización), AASHTO T265 (American Association of State Highway and Transportations Officials), ASTM D 2216 (American Society of Testing Materials).

El ensayo se realiza de la siguiente manera:

1. Pesar los recipientes metálicos

2. Obtener una porción de suelo.
3. Tomar el peso del recipiente más el suelo húmedo.
4. Llevar al horno por 24 horas.
5. Tomar el peso del recipiente más el suelo seco.
6. Determinar la relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, obteniendo la humedad en porcentaje.

b) Granulometría

Normas: INEN 696:2011, AASHTO T-87-70 ASTM D-421-58

Procedimiento:

1. Se requiere de una muestra seca representativa del suelo.
2. Se pasa a través de una pila de tamices ordenados decrecientemente según su abertura.
3. Se pesa las partículas retenidas en cada tamiz, y se registra en una tabla.

Con este ensayo se determina el tamaño de las partículas y en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que contiene; se realiza la curva granulométrica en escala semilogarítmica mediante la cual se clasifica al suelo.

c) Límite Líquido

Normas: INEN 691, AASHTO T-90-70, ASTM D-424-1

El ensayo de **Límite Líquido** se lo realiza mediante el método de la Copa de Casagrande, así:

1. Se requiere alrededor de 250 gr de suelo que pasa por el tamiz N°40.
2. Se añade agua y se mezcla con la espátula.
3. Se coloca una porción de la mezcla en la copa de Casagrande y se divide la muestra con el ranurador.

4. Se cuenta el número de golpes necesarios para unir al menos 1.2 cm la muestra de suelo.
5. De la unión se obtienen dos porciones de la muestra que se las lleva al horno para determinar su contenido de humedad.
6. Repetir el procedimiento, con distintas cantidades de agua de manera que el número de golpes varíen de 5 a 40 golpes.

Mediante la gráfica de la curva de escurrimiento (contenido de humedad vs. el número de golpes) se determina el contenido de humedad en 25 golpes lo que representa el límite líquido.

d) Límite Plástico

Normas: INEN 692, AASHTO T-90-70, ASTM D-424-59-74

Procedimiento:

1. Se requiere alrededor de 250 gr de suelo que pasa por el tamiz N°40.
2. Se añade agua y se mezcla con la espátula.
3. Obtener una porción de la mezcla y deslizarla por el vidrio con ayuda de las yemas de los dedos formando pequeños rollos de al menos 5cm de longitud y 3mm de espesor.
4. Cuando el rollo presente fisuras o roturas, recoger una porción de suelo de esta zona y llevarla al horno para determinar su contenido de humedad.

e) Próctor Modificado

Normas: AASHTO T-180-70, ASTM D-1557

Para el ensayo **Proctor modificado**:

1. Tamizar la muestra seca con el tamiz #4 y pesar 6000 gr.
2. Añadir el porcentaje de agua correspondiente y mezclar.

3. Registrar las dimensiones del molde (diámetro interior, altura) y pesar el molde sin collarín.
4. Colocar el suelo en 5 capas, procurando tener el mismo espesor entre capas, y apisonar cada capa con 56 golpes realizados con el martillo de compactación.
5. Una vez realizada la compactación de las 5 capas, se retira el collarín y se enrasa la superficie de la muestra.
6. Pesar el molde más suelo.
7. Obtener dos muestras de suelo de la parte superior e inferior del cilindro para determinar su contenido de humedad.
8. Repetir el procedimiento variando el porcentaje de agua.

En este ensayo se obtiene contenidos de humedad y densidad seca, datos que se utilizan para realizar la gráfica, mediante la cual se determina la humedad óptima de compactación de la muestra de suelo y la densidad seca máxima.

f) CBR California Bearing Ratio

Normas: ASTM D 1883, AASHTO T 193-63

Para el ensayo **CBR** se requiere los resultados del ensayo Próctor y se sigue el procedimiento a continuación para determinar la resistencia del suelo y su calidad.

1. Con la humedad óptima obtenida con el ensayo Proctor, se realiza el mismo procedimiento para 3 muestras, con diferente número de golpes (11, 27 y 56).
2. Sumergir los moldes en agua.
3. Cumplido el tiempo se retiran los moldes y se deja escurrir durante 15 minutos para posteriormente ser pesados.
4. Los moldes se colocan en la máquina de compresión con una velocidad de 1.27mm por minuto para la aplicación de carga.
5. Obtener muestras de la parte superior e inferior del cilindro ensayado para determinar su contenido de humedad.

2.2.3. Plan de Procesamiento y Análisis de Información

2.2.3.1. Plan de Procesamiento

Una vez recolectada toda la información en campo y en laboratorio se procede a realizar el trabajo de oficina, el cual consiste en:

- Registrar los datos obtenidos del conteo vehicular en las hojas elaboradas en Microsoft Excel y mediante fórmulas determinar el TPDA actual y futuro para vehículos livianos, buses y pesados.
- El archivo con los datos obtenidos con la estación total se abre en Microsoft Excel y se importa a AutoCAD Civil 3D.
- Realizar el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía en AutoCAD Civil 3D, de acuerdo a la normativa:
 - ✚ Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003
 - ✚ Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP, Norma Ecuatoriana Vial NEVI13.
- Tabular los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio.
- De acuerdo a los datos de los ensayos de laboratorio se procede a realizar el diseño del pavimento, mediante el método AASHTO 93.
- En función de la topografía del terreno, diseño geométrico de la vía y de la hidrología se realiza el diseño de obras complementarias (cunetas, alcantarillas y señalización horizontal y vertical).

2.2.3.2. Análisis de Información

Una vez obtenidos y procesados los datos, se realiza el análisis de los resultados alcanzados, así:

- **Tipo de vía:** con la información del conteo vehicular y el cálculo del TPDA actual y futuro, se define el tipo de vía.
- **Propiedades y tipo de suelo:** de acuerdo a los resultados y gráficas de los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg se obtiene la clasificación del suelo, según las normas y sistemas de clasificación AASHTO y SUCS. De la gráfica del ensayo Próctor modificado se determina la humedad óptima y la densidad seca máxima, información que se requiere

para realizar el ensayo CBR y finalmente los resultados de este último ensayo se utilizan para el diseño del pavimento (Módulo de resiliencia, espesores de la estructura del pavimento).

- **Presupuesto:** una vez establecido el diseño geométrico, del pavimento y obras complementarias se calcula el presupuesto referencial de la vía realizando el análisis de precios unitarios en base a los rubros que tendrá la construcción de la misma.

Todos los procedimientos mencionados deben cumplir con la normativa vigente en el país, garantizando que el proyecto cumpla con los objetivos propuestos y facilite una vía funcional, segura, cómoda y económica.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

3.1.1. Levantamiento topográfico

En primer lugar, se realizó un recorrido por la parroquia y sector específico donde inicia la vía, conociendo así las características del sitio y condiciones en la que se encuentra.

Posteriormente, se procedió al reconocimiento y delimitación de la zona que conlleva los 4 km iniciales de la vía, determinando puntos de interés para el levantamiento. Una vez reconocida la zona se realizó el levantamiento topográfico identificando el sitio más adecuado para ubicar la estaca inicial e instalar la estación total TRIMBLE, y el punto de referencia tomando sus coordenadas con ayuda del GPS GARMIN, hecho esto, se procedió con la toma de puntos a lo largo de la vía.

El levantamiento topográfico se realizó durante 4 días, iniciando en el sector Calamaca junto a la vía principal, a lo largo del recorrido se realizaron 36 cambios de estación, obteniendo en total 1339 puntos, el abscisado de la vía se consideró cada 10 m en tramos rectos y en curvas cada 2 m, tomando lecturas en el eje y a los dos lados de la vía, y una franja topográfica de 30 m a cada lado del eje vial.

Una vez finalizado el levantamiento se exportan los datos tomados de la estación total a una memoria USB, para abrir el archivo en Microsoft Excel en formato CSV (delimitado por comas), a continuación, en el software AutoCAD Civil 3D se importa el archivo con los puntos para proceder a generar las curvas de nivel y realizar el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal.

Los puntos obtenidos con sus coordenadas y códigos se encuentran en el **ANEXO B.- Levantamiento Topográfico.**

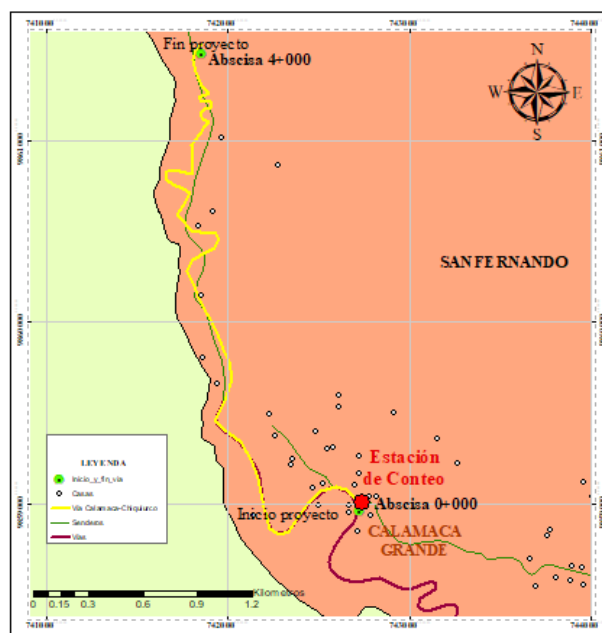
3.1.2. Estudio de Tráfico

3.1.2.1. Conteo Vehicular

Para realizar el conteo vehicular, inicialmente se determinó el sitio donde se ubicará la estación de conteo, considerando que éste debe representar el volumen de tránsito frecuente en el sector.

La estación para el conteo manual se ubicó en la vía principal del sector Calamaca Grande, debido a que por esta vía transcurren la mayor cantidad de vehículos del sector y se encuentra al inicio del proyecto como se muestra a continuación:

Gráfica 33. Ubicación de la estación de conteo



Fuente: Autora

Como especifica la norma, el conteo se realizó en el transcurso de 7 días seguidos comprendidos desde el día lunes 18 al domingo 24 de octubre de 2021, durante 12 horas iniciando a las 7:00 am y culminando a las 19:00 pm, en intervalos de 15 minutos, determinando el número de vehículos en ambos sentidos, para lo cual se utilizó el siguiente formato especificando la fecha, el sitio, el tipo de vehículo (livianos, buses y pesados) y las horas.

Tabla 30. Formato para el conteo vehicular

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calama - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cañón Ambato de la Provincia de Tungurahua														
CONTEO VEHICULAR														
DATOS	Fecha:			Conteo:			Ambos sentidos							
	N° Día:			Ubicación:			Erika Moreta							
	Día:			Realizado por:			Erika Moreta							
HORA	LIVIANOS			BUSES			PESADOS						Total	TOTAL FINAL
	Motocicletas	Carros	Camionetas	Bucetas	Buses	2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tractocamión de tres ejes y semirimolque de dos ejes	3S3 Tractocamión de tres ejes y semirimolque de tres ejes			
7:00 - 7:15														
7:15 - 7:30														
7:30 - 7:45														
7:45 - 8:00														

Fuente: Autora

Terminando el conteo vehicular en los 7 días, se procede a definir cuál es el día de mayor circulación de vehículos, generando una tabla resumen como se muestra:

Tabla 31. Resumen del conteo vehicular semanal

CONTEO VEHICULAR - RESUMEN										
DATOS	Fecha:		18/10/2021 - 24/10/2021				Ubicación:		Abscisa 0+000	
	Día:		Todos los días				Realizado por:		Erika Moreta	
	Conteo:		Ambos sentidos							
DÍA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tractocamión de tres ejes y semirimolque de dos ejes	3S3 Tractocamión de tres ejes y semirimolque de tres ejes		
Lunes	41	0	0	4	0	0	0	0	0	45
Martes	33	0	0	3	0	0	0	0	0	36
Miércoles	28	0	0	3	0	0	0	0	0	31
Jueves	36	0	0	2	0	0	0	0	0	38
Viernes	33	0	0	4	0	0	0	0	0	37
Sábado	39	0	0	3	0	0	0	0	0	42
Domingo	38	0	0	2	0	0	0	0	0	40
TOTAL	248	0							21	269

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla se determina que el día con mayor afluencia es el Lunes 18 de octubre, teniendo un total de 45 vehículos, donde 41 son vehículos livianos y 4 pesados, esto debido a que en este día los habitantes sacan sus productos a la venta en diferentes ferias.

En el **Anexo D.- Conteo vehicular** se adjunta las tablas de los conteos de los 7 días.

Con los datos del día con mayor circulación se determina la hora pico, que de acuerdo a la tabla que se muestra es de 7:00 a 8:00 am. Durante esta hora se tiene un total de 14 vehículos que representa el 100%, donde el 85.7% corresponde a vehículos livianos y el 14.29% a vehículos pesados.

Tabla 32. Hora pico

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	ACUMULADO POR HORA	
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tractocamió n de tres ejes y semiremoq ue de dos ejes	3S3 Tractocamió n de tres ejes y semiremoq ue de tres ejes	Total			
7:00 - 7:15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	5	
7:15 - 7:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
7:30 - 7:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
7:45 - 8:00	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	14
TOTAL	12	0								2		

Fuente: Autora

3.1.2.2. Factor Horario de Máxima Demanda o Factor de Hora Pico

Con la hora pico obtenida se calcula el factor de hora pico FH empleando la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 (Vmax)}$$

Donde:

- FHMD o FHP: Factor horario de máxima demanda
- VHMD: Volumen horario de máxima demanda
- Vmax: Máximo flujo vehicular en 15 minutos.

Calculando este dato se puede definir como es el flujo vehicular, si el factor de hora pico es menor a la unidad el flujo vehicular es concentrado y si es igual a uno el flujo vehicular es constante, uniforme.

$$FHMD = \frac{14}{4 * 5}$$

$$FHMD = 0.70$$

El factor de hora pico obtenido es 0.70 lo que indica que el flujo vehicular en la vía es concentrado, es decir hay una mayor cantidad de vehículos en ciertos intervalos de tiempo. Se asume entonces que el FHMD es 1, considerando que el flujo vehicular en la vía es uniforme.

3.1.2.3. Cálculo del TPDA

Obtenido ya el Factor Horario de Máxima Demanda se calcula el TPDA actual mediante el método de la 30ava. Hora de diseño, según la norma para vías rurales el porcentaje de la trigésima hora se encuentra entre el 12% y 18% del TPDA, utilizando como promedio el 15%, mientras que para vías urbanas va de 8% a 12%, tomándose el 10%, al tratarse de una vía rural se toma el 15%.

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

Donde:

- VHP: Volumen de vehículos durante la hora pico
- FHP: Factor de la hora pico
- k: Porcentaje de la 30va hora de diseño: 15%

Livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{12 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 80 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

Buses

$$TPDA_{actual} = \frac{0 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 0 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

Pesados

$$TPDA_{actual} = \frac{2 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 13 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

Tabla 33. TPDA actual

Tipo de veh\u00edculo	Cantidad	TPDA actual
Livianos	12	80
Buses	0	0
Pesados	2	13
TOTAL		93

Fuente: Autora

$$TPDA_{actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{buses} + TPDA_{pesados}$$

$$TPDA_{actual} = 80 + 0 + 13$$

$$TPDA_{actual} = 93 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda.}$$

En la v\u00eda tambi\u00e9n existir\u00e1 el tr\u00e1nsito *atra\u00eddo* de otras v\u00edas, el tr\u00e1nsito *generado* y el tr\u00e1nsito *desarrollado* por la integraci\u00f3n de nuevas \u00e1reas cercanas a la v\u00eda, los cuales se calculan en base al TPDA, como se muestra a continuaci\u00f3n:

C\u00e1lculo del Tr\u00e1nsito atra\u00eddo

$$T_{atra\u00eddo} = 10\% * TPDA_{actual}$$

Livianos

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * 80$$

$$T_{\text{atraído}} = 8 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda.}$$

Pesados

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * 13$$

$$T_{\text{atraído}} = 1 \text{ veh\u00edculo / d\u00eda.}$$

Tabla 34. Tr\u00e1nsito atra\u00edo

Tipo de veh\u00edculo	TPDA	TPDA Atra\u00edo
Livianos	80	8
Buses	0	0
Pesados	13	1
TOTAL		9

Fuente: Autora

C\u00e1lculo del Tr\u00e1nsito generado

$$T_{\text{generado}} = 20\% * TPDA_{\text{actual}}$$

Livianos

$$T_{\text{generado}} = 20\% * 80$$

$$T_{\text{generado}} = 16 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda.}$$

Pesados

$$T_{\text{generado}} = 20\% * 13$$

$$T_{\text{generado}} = 3 \text{ veh\u00edculos / d\u00eda.}$$

Tabla 35. Tránsito generado

Tipo de vehículo	TPDA	TPDA Generado
Livianos	80	16
Buses	0	0
Pesados	13	3
TOTAL		19

Fuente: Autora

Cálculo del Tránsito desarrollado

$$T_{desarrollado} = 5\% * TPDA_{actual}$$

Livianos

$$T_{desarrollado} = 5\% * 80$$

$$T_{desarrollado} = 4 \text{ vehículos / día}$$

Pesados

$$T_{desarrollado} = 5\% * 13$$

$$T_{desarrollado} = 1 \text{ vehículo / día}$$

Tabla 36. Tránsito desarrollado

Tipo de vehículo	TPDA	TPDA Desarrollado
Livianos	80	4
Buses	0	0
Pesados	13	1
TOTAL		5

Fuente: Autora

Cálculo del Tránsito actual

El tránsito actual T_a está conformado por el TPDA actual, tránsito atraído, generado y desarrollado.

$$Tr\acute{a}nsito_{actual} = TPDA_{actual} + T_{atraído} + T_{generado} + T_{desarrollado}$$

Livianos

$$Tr\acute{a}nsito_{actual} = 80 + 16 + 8 + 4$$

$$Tr\acute{a}nsito_{actual} = 108 \text{ veh\acute{u}culos / d\acute{a}a}$$

Pesados

$$Tr\acute{a}nsito_{actual} = 13 + 3 + 1 + 1$$

$$Tr\acute{a}nsito_{actual} = 18 \text{ veh\acute{u}culos / d\acute{a}a}$$

Tabla 37. Resumen del tr\acute{a}nsito actual

Tipo de veh\acute{u}culo	TPDA Actual	Tr\acute{a}nsito Generado	Tr\acute{a}nsito Atra\acute{u}do	Tr\acute{a}nsito Desarrollado	Tr\acute{a}nsito actual
Livianos	80	16	8	4	108
Buses	0	0	0	0	0
Pesados	13	3	1	1	18
TOTAL		19	9	5	126

Fuente: Autora

3.1.2.4. Tr\acute{a}fico Futuro

Para calcular el tr\acute{a}fico futuro de la v\acute{a}a se utiliza la f\acute{o}rmula y los \acute{u}ndices de crecimiento de tr\acute{a}fico vehicular brindados por el MTOP, de igual forma se debe definir para cuantos a\ntos se dise\ntar\acute{a} la v\acute{a}a, en este caso se dise\nta con una proyecci\ntn de 20 a\ntos.

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Donde:

- Tf = Tr\acute{a}fico futuro o proyectado.
- Ta = Tr\acute{a}fico actual.
- i = Tasa de crecimiento del tr\acute{a}fico.
- n = N\acute{u}mero de a\ntos proyectados.

Tabla 38. Índice de crecimiento de tráfico de vehículos (%)

Período	Liviano	Bus	Camión
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP-001-F-2003

Para 1 año se tiene:

Livianos

$$Tf = 108 (1 + 3.57\%)^1$$

$$Tf = 112 \text{ vehículos/día}$$

Pesados

$$Tf = 18 (1 + 1.74\%)^1$$

$$Tf = 18 \text{ vehículos/día}$$

Para 10 años (2031) se tiene:

Livianos

$$Tf = 108 (1 + 3.25\%)^{10}$$

$$Tf = 149 \text{ vehículos/día}$$

Pesados

$$Tf = 18 (1 + 1.58\%)^{10}$$

$$Tf = 21 \text{ vehículos/día}$$

Para 20 años (2041) se tiene:

Livianos

$$Tf = 108 (1 + 3.25\%)^{20}$$

$$Tf = 205 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados

$$Tf = 18 (1 + 1.58\%)^{20}$$

$$Tf = 25 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla 39. Proyecci\u00f3n del tr\u00e1fico para 20 a\u00f1os

A\u00d1O	n	\u00cdNDICE DE CRECIMIENTO (%)			TPDA futuro = $T_a(1 + i)^n$			TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
2021	0	3.57	1.78	1.74	108	0	18	126
2022	1	3.57	1.78	1.74	112	0	18	130
2023	2	3.57	1.78	1.74	116	0	19	135
2024	3	3.57	1.78	1.74	120	0	19	139
2025	4	3.57	1.78	1.74	124	0	19	143
2026	5	3.25	1.62	1.58	127	0	19	146
2027	6	3.25	1.62	1.58	131	0	20	151
2028	7	3.25	1.62	1.58	135	0	20	155
2029	8	3.25	1.62	1.58	139	0	20	159
2030	9	3.25	1.62	1.58	144	0	21	165
2031	10	3.25	1.62	1.58	149	0	21	170
2032	11	3.25	1.62	1.58	154	0	21	175
2033	12	3.25	1.62	1.58	159	0	22	181
2034	13	3.25	1.62	1.58	164	0	22	186
2035	14	3.25	1.62	1.58	169	0	22	191
2036	15	3.25	1.62	1.58	174	0	23	197
2037	16	3.25	1.62	1.58	180	0	23	203
2038	17	3.25	1.62	1.58	186	0	23	209
2039	18	3.25	1.62	1.58	192	0	24	216
2040	19	3.25	1.62	1.58	198	0	24	222
2041	20	3.25	1.62	1.58	205	0	25	230

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla se estima que el tráfico que circulará por la vía para una proyección de 20 años es de 230 vehículos/día. Este dato sirve para clasificar la vía y determinar los datos geométricos de la misma.

3.1.2.5. Clasificación en función del TPDA

En función del volumen de tráfico que se estima procesará en 20 años (230 vehículos/día) se clasifica a la vía de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 40. Relación Función, Clase MOP y Tráfico

Función	Clase de Carretera (según MOP)	TPDA (1) Año final del diseño
Corredor arterial	RI-RII (2)	> 8000
	I	3000-8000
	II	1000-3000
Colectora	III	300-1000
	IV	100-300
Vecinal	V	< 100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003”

Tabla 41. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003”

La vía Calamaca-Chiquiurco se clasifica como un *camino vecinal* de clase IV, destinado a recibir el tráfico doméstico de la población rural y las zonas de producción agrícola, conforme lo indica la Norma de Diseño Geométrico de carreteras MTOP 2003.

3.1.3. Diseño Geométrico

El diseño vial del proyecto se basa en las especificaciones, consideraciones, fórmulas y tablas presentadas por la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003, buscando que el proyecto cumpla con los requerimientos de comodidad, estética, funcionalidad, economía y que brinde seguridad a sus usuarios.

A continuación, se presenta una tabla con los valores recomendados por la normativa para el diseño horizontal, vertical y transversal, de acuerdo al tipo de vía y a la topografía.

Tabla 42. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾														
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA											
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	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 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾	40	30	20	30	20	10	20	10	5
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	43	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽³⁾	40	20	10	30	15	5			
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	40	25	15	30	15	5			
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	150	110	50	110	50	10			
Peralte	MAXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																										
Coefficiente "K" para: ⁽⁴⁾																																							
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	3	2	1	2	1	0,5			
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	6	3	1,5	3	1,5	0,5			
Gradiente longitudinal ⁽⁵⁾ 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	6	8	14	6	8	14			
Gradiente longitudinal ⁽⁶⁾ mínima (%)	0,5%																																						
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁸⁾														
Clase de pavimento	Carpetas Asfáltica y Hormigon						Carpetas Asfáltica						Carpetas Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado														
Ancho de espaldones ⁽⁷⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---														
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 3E)						4,0														
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁸⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 3E)						---														
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																						
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																					
	Ancho de la calzada (m)	SERÁ 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 O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTANOSO																																							

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

3.1.3.1. Datos básicos para el diseño

3.1.3.1.1. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño depende del tráfico futuro calculado, la clase de vía y de la topografía del terreno. Como se estableció anteriormente la vía se clasifica como un camino vecinal de clase IV con un tráfico futuro de 230 vehículos/día y se caracterizó al terreno como montañoso.

En la tabla de la norma se presentan dos velocidades, una recomendada y una absoluta, la recomendada se utiliza cuando el TPDA es cercano al límite superior de la categoría de la vía, es decir cercano a 300, mientras que la velocidad absoluta se utiliza cuando es cercano al límite inferior, es decir 100.

De acuerdo a estos datos y debido a que el TPDA es de 230 vehículos /día, se estableció como velocidad de diseño, la recomendada **50 km/h**, con la cual los vehículos circularán con seguridad.

Tabla 43. Velocidades de diseño (km/h)

Categoría de la vía	TPDA Esperado	Velocidad de diseño Km/h			
		Relieve montañoso			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	> 8000	90	80	90	80
I	3000 a 8000	80	60	80	60
II	1000 a 3000	70	50	70	50
III	300 a 1000	60	40	60	40
IV	100 a 300	50	25	50	25
V	< 100	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

3.1.3.1.2. Velocidad de circulación

Es la velocidad a la que circularían los vehículos por la vía, está en función de la velocidad de diseño y se determina mediante las siguientes fórmulas:

$$V_C = 0.80Vd + 6.5 \quad \text{Cuando } TPDA < 1000$$

$$V_C = 1.32Vd^{0.89} \quad \text{Cuando } 1000 < TPDA < 3000$$

$$V_C = 0.80Vd + 6.5$$

$$V_C = 0.80(50 \text{ km/h}) + 6.5$$

$$V_C = 46.5 \text{ km/h}$$

El MTOP presenta también la siguiente tabla con las velocidades de circulación en función de la velocidad de diseño.

Tabla 44. Velocidades de operación

Velocidad de Diseño (km/h)	Velocidad de Operación Promedio (km/h)		
	Volumen de tránsito		
	Bajo	Medio	Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

Con una velocidad de diseño de 50 km/h y considerando un volumen de tránsito de la vía bajo se asume una velocidad de circulación de 46 km/h, además que es la más cercana a la velocidad obtenida con la fórmula.

3.1.3.1.3. Distancia de visibilidad de parada

Es la distancia mínima para que el conductor de un vehículo pueda detenerse antes de chocar con un obstáculo y se determina con la siguiente fórmula:

$$dp = d1 + d2$$

Distancia de percepción y reacción (d1):

$$d1 = \frac{V_c * 2.5 \text{ seg}}{3.6 \text{ seg}} = \frac{46 \text{ km/h} * 2.5 \text{ seg}}{3.6 \text{ seg}} = 31.94 \text{ m} \rightarrow 32 \text{ m}$$

Distancia de frenado (d2):

$$d2 = \frac{V_c^2}{254f}$$

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} = \frac{1.15}{(46 \text{ km/h})^{0.3}} = 0.365$$

$$d2 = \frac{(46 \text{ km/h})^2}{254(0.365)} = 22.82 \text{ m} \rightarrow 23 \text{ m}$$

Distancia de parada total

$$dp = d1 + d2$$

$$dp = 32\text{m} + 23\text{m}$$

$$dp = 55 \text{ m}$$

A continuación, se presenta una tabla con las distancias de visibilidad mínimas de parada presentados por la norma. Según la tabla y el cálculo realizado se empleará una distancia visibilidad de parada de 55 m

Tabla 45. Valores de Diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo. Criterio de Diseño: Pavimentos mojados

Clase de la vía	TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

3.1.3.1.4. Distancia de visibilidad de rebasamiento

La distancia de visibilidad para realizar el adelantamiento o rebasamiento viene dada por la siguiente fórmula:

$$dr = 9.54V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

Donde:

- dr = distancia de visibilidad para rebasamiento, expresada en m.
- V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en km/h.

$$dr = 9.54 (46\text{km/h}) - 218$$

$$dr = 220.84 \text{ m}$$

$$dr = 221 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se muestran las distancias mínimas de visibilidad de adelantamiento presentados por la norma.

Tabla 46. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo

Clase de la vía	TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 a 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 a 3000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

De acuerdo a la tabla, la distancia mínima de rebasamiento para una vía clase IV con terreno montañoso es 210 m.

3.1.3.2. Alineamiento Horizontal

3.1.3.2.1. Radio mínimo de curvatura

Es el mínimo valor que garantiza seguridad a los vehículos que circulan a una velocidad de diseño, se calcula con la siguiente fórmula:

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

Donde:

- R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.
- V = Velocidad de diseño, Km/h.
- f = Coeficiente de fricción lateral.
- e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

De acuerdo a los datos obtenidos, la velocidad de diseño se definió de 50 km/h, el peralte máximo recomendado por la norma para un *camino vecinal* clase IV es de 8% y el valor del coeficiente de fricción lateral según la tabla es de 0.190.

$$R = \frac{(50)^2}{127(8\% + 0.190)}$$

$$R = 72.91m$$

El radio mínimo recomendado por la norma es de 75 m como se especifica en la tabla, pero debido a que el sitio de la vía es un terreno montañoso se recomienda que el radio mínimo para este tipo de terreno sea de 15 m.

Tomando en cuenta lo expuesto, en el diseño que se presenta se van a encontrar radios menores a los mínimos presentados por la norma debido a la topografía montañoso y accidentada de la vía.

Tabla 47. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”

Velocidad de diseño (km/h)	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70		30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.06	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	457.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

3.1.3.2.2. Peralte

La norma recomienda que para vías de dos carriles el peralte máximo sea del 10% para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos vecinales tipo 4, 5 y 6 y velocidades hasta 50 Km/h.

Como la vía del proyecto es un camino vecinal clase IV y tiene una velocidad de diseño Vd de 50km/h se establece un peralte del 8%.

Longitud de transición

La transición del peralte es el cambio en la inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte establecido, y se calcula así:

$$L_{\min} = 0.56 Vd$$

$$L_{\min} = 0.56 (50)$$

$$L_{\min} = 28 \text{ m}$$

3.1.3.2.3. Sobreancho

Los sobreanchos son requeridos porque en curvas se necesita mayor espacio para poder girar, el MTOP establece que el sobreancho mínimo sea de 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. De acuerdo a esto el sobreancho asumido es de 30 cm.

3.1.3.3. Alineamiento Vertical

3.1.3.3.1. Gradiente longitudinal

De acuerdo a la normativa la gradiente depende de la topografía del terreno y la clase de vía, al ser un camino vecinal clase IV y al ubicarse en un terreno montañoso se establece una gradiente máxima del 8% y una gradiente mínima de 0,5%.

Tabla 48. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

Clase de Carretera					Valor recomendable			Valor absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R-I ó R-II	>	8000	TPDA	2	3	4	3	4	6	
I	3000	A 8000	TPDA	3	4	6	3	5	7	
II	1000	A 3000	TPDA	3	4	7	4	6	8	
III	300	A 1000	TPDA	4	6	7	6	7	9	
IV	100	A 300	TPDA	5	6	8	6	8	12	
V	menos de 100 TPDA			5	6	8	6	8	14	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño: En función de la gradiente máxima definida de 8% se establece que la longitud máxima sea de 1000 m para que los camiones puedan transitar sin reducir demasiado su velocidad.

Tabla 49. Gradientes y longitudes máximas

Gradientes	Longitud Máxima
8 - 10%	1000 m
10 - 12%	500 m
12 - 14%	250 m

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

En tramos desfavorables se optó por gradientes mayores como 11% con una longitud de 600m y gradientes mínimas como 1.3% con una longitud de 75 m.

3.1.3.3.2. Curvas verticales

Para el cálculo de la longitud de una curva vertical convexa y cóncava se utiliza la siguiente fórmula:

$$L = K \cdot A$$

Donde A es la diferencia algebraica de las gradientes (%).

El coeficiente K se determina mediante la distancia de visibilidad de parada (S) así:

- K para curvas convexas

$$K = \frac{S^2}{426} = \frac{55^2}{426} = 7.10$$

$$K = 7$$

- K para curvas cóncavas

$$K = \frac{S^2}{122 + 3.5 * S} = \frac{55^2}{122 + 3.5 (55)} = 9.62$$

$$K = 10$$

Por tanto, K= 7 para curvas convexas y 10 para curvas cóncavas.

Longitud mínima absoluta de las curvas cóncavas y convexas

$$L_{min} = 0.60V$$

$$L_{min} = 0.60(50km/h)$$

$$L_{min} = 30 m$$

3.1.3.4. Sección Transversal

3.1.3.4.1. Ancho de la calzada

El ancho de la calzada se define en función del volumen del tráfico y de la topografía. Para un vía clase IV el ancho de la calzada es de 6.00m con dos carriles de circulación, uno en cada sentido de 3.00 m.

Tabla 50. Anchos mínimos de calzada

Clase de Carretera					Ancho de la calzada (m)	
					Recomendable	Absoluto
R-I ó R-II	>	8000	TPDA	7.30	7.30	
I	3000 a	8000	TPDA	7.30	7.30	
II	1000 a	3000	TPDA	7.30	6.50	
III	300 a	1000	TPDA	6.70	6.00	
IV	100 A	300	TPDA	6.00	6.00	
V	menos de 100 TPDA			4.00	4.00	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP, 2003

3.1.3.4.2. Espaldón o berma

El ancho del espaldón está en función del volumen de tránsito y del terreno. Para la presente carretera y con un terreno montañoso se utilizará un espaldón de 0.60 m, con una gradiente de 2%, con la finalidad de mejorar la distancia de visibilidad, provisionar un espacio libre en la vía y para colocar la señalética correspondiente.

3.1.3.4.3. Taludes

La norma establece que los taludes deben diseñarse con la menor pendiente permisible, al tratarse de un terreno montañoso el diseño de taludes resulta de mucha importancia debido al movimiento de tierras que éste conlleva, por lo tanto, se establece que los taludes de corte tengan una pendiente de 0.5:1.

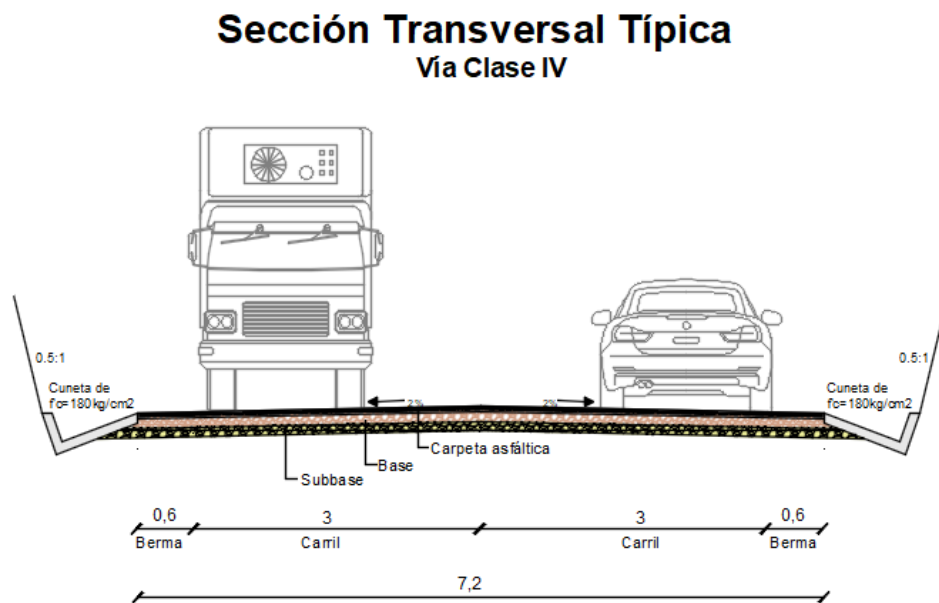
3.1.3.4.4. Bombeo

El bombeo es de 2% para poder evacuar las aguas lluvias hacia las bermas y cunetas.

3.1.3.4.5. Sección típica de la vía

De acuerdo con los datos definidos y en base a la norma se establece la siguiente sección transversal de la vía.

Gráfica 34. Sección transversal típica



Fuente: Autora

3.1.4. Estudio de suelos

Mediante el estudio de suelos se determina el tipo, las propiedades y las características de las muestras tomadas de suelo natural de la subrasante, lo que permite realizar un adecuado diseño del pavimento.

Descripción actual del estado de la vía

Al realizar las visitas de campo se observó que la superficie de la vía está conformada por una mezcla de suelo y piedras de distintos tamaños debido a que cuando se abrió la vía, se rellenó con este material para permitir el paso de los vehículos.

3.1.4.1. Obtención de muestras de suelo

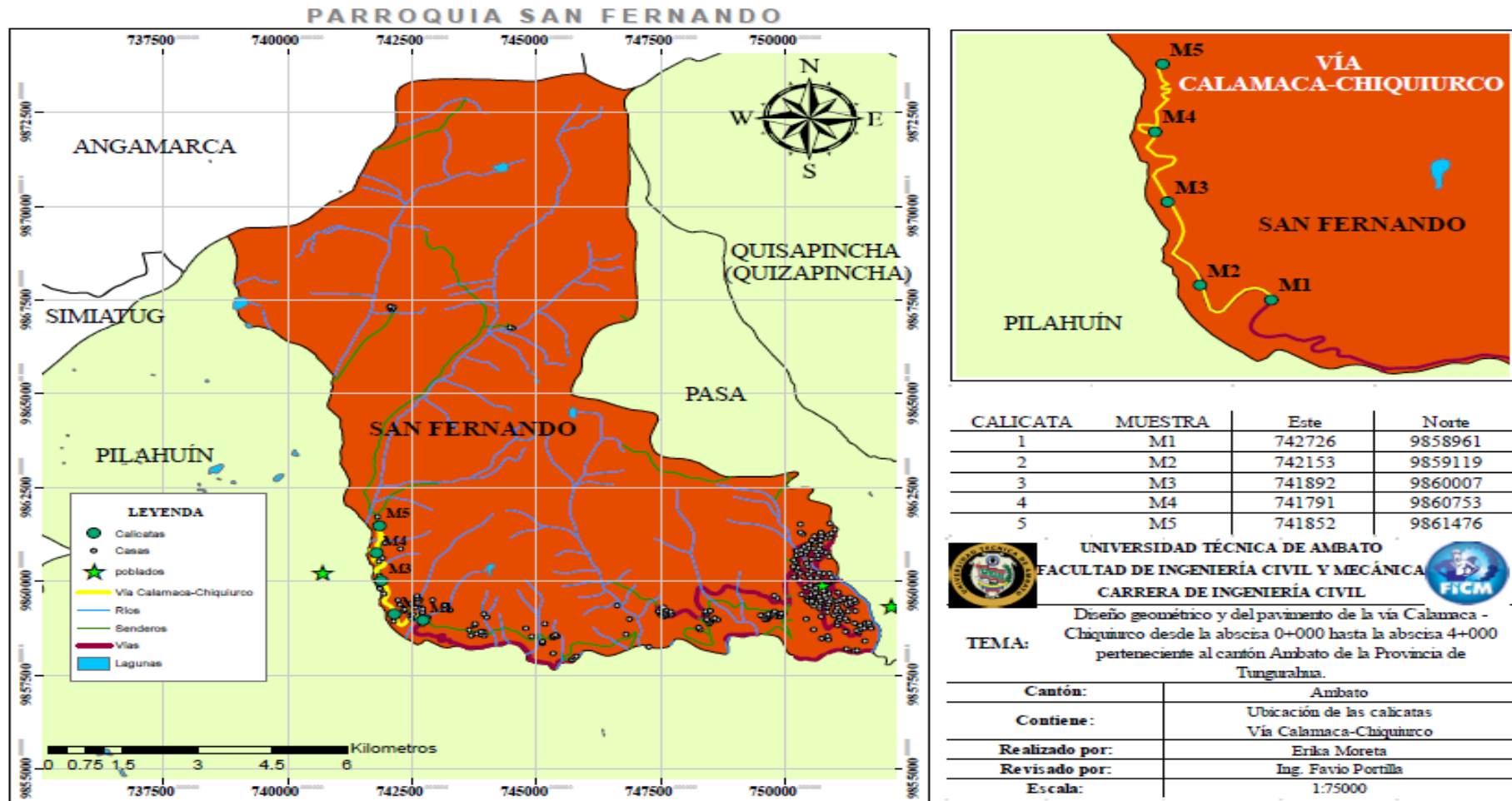
La extracción de muestras de suelo natural de la subrasante para el estudio de suelos del presente proyecto se realizó mediante calicatas por el método de pozos a cielo abierto, excavando pozos de 1.00 x1.00 m de sección y de 50 cm de profundidad en el eje de la vía, en 5 puntos de la misma (abscisas 0+000, 1+000, 2+000, 3+000 y 4+000), tomando alrededor de 50 kg de suelo para realizar los ensayos correspondientes.

Tabla 51. Ubicación de calicatas

N ° Muestra	Abscisa	Profundidad	Este	Norte
1	0+000	50 cm	742726	9858961
2	1+000	50 cm	742153	9859119
3	2+000	50 cm	741892	9860007
4	3+000	50 cm	741791	9860753
5	4+000	50 cm	741852	9861476

Fuente: Autora

Gráfica 35. Ubicación de las calicatas



Fuente: Elaboración propia en ArcGIS

3.1.4.2. Ensayos de laboratorio

La muestra debe ser suficiente para realizar los ensayos de Contenido de humedad, Granulometría, Límites de Atterberg, Próctor modificado y CBR.

A continuación, se presenta los resultados de cada ensayo, para más detalles dirigirse al ANEXO E. Estudio de suelos.

3.1.4.2.1. Contenido de humedad natural

Mediante el ensayo de contenido de humedad se puede intuir el comportamiento del suelo.

Tabla 52. Resultados de Contenido de humedad natural

N° Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
Contenido de humedad $\omega\%$	11.77	13.46	3.79	22.90	37.47

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla se observa que las dos últimas muestras (M4 Y M5) tienen los contenidos de humedad más altos debido a que la muestra de suelo es específicamente tierra negra y ésta es conocida por su capacidad natural de retener agua.

3.1.4.2.2. Granulometría

Con el ensayo granulométrico se determina la cantidad de granos de distintos tamaños que contiene la muestra de suelo, y en función de la curva se clasifica al suelo en gravas, arenas, limos y arcillas, etc.

Tabla 53. Resultados de Granulometría

N° Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
Pasa: #4	100.00	52.39	58.34	100.00	100.00
#10	66.36	38.79	36.87	75.72	67.37
#40	33.71	14.27	9.70	48.55	27.75
#200	9.75	0.43	1.65	9.74	0.57
Cu	18.47	16.89	8.33	11.67	7.00
Cc	1.004	0.75	0.96	0.40	0.89

Fuente: Autora

Mediante la curva granulométrica se determina los coeficientes de uniformidad C_u y de curvatura C_c , los mismo que definen si el suelo está bien o mal graduado. Según estudios cuando $C_u > 4$ a 6 y $1 < C_c < 3$ se trata de un suelo bien graduado.

De acuerdo a la tabla, se observa que todas las muestras se clasifican como arenas, y únicamente el suelo de la muestra 1 está bien graduado, los demás suelos están mal graduados dado que poseen un coeficiente de curvatura bajo, lo que indica que estos suelos tienen una mala distribución de sus partículas.

3.1.4.2.3. Límite líquido y plástico

Los ensayos de límite líquido y límite plástico dan una idea del grado de plasticidad que presenta el suelo, influyendo en su clasificación.

Tabla 54. Resultados de los Límites de Atterberg

N ° Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
Límite líquido LL%	37.34	29.68	43.93	63.77	84.58
Límite plástico LP%	30.69	25.98	31.75	56.61	66.67
Índice plástico IP%	6.65	3.70	12.18	7.16	17.91

Fuente: Autora

3.1.4.2.3.1. Clasificación del suelo

De acuerdo a la granulometría y a los límites de Atterberg se ha determinado el tipo de suelo según la clasificación AASHTO y SUCS.

Clasificación AASHTO

En este sistema de clasificación se sigue el procedimiento a continuación, clasificando al suelo en el primer grupo que cumpla los criterios:

1. **Tamaño del grano:** porcentaje que pasa el tamiz #10, #40 y # 200
2. **Plasticidad:** Límite líquido e Índice de plasticidad
3. **Índice de grupo:** se determina con la siguiente fórmula, si el GI da un valor negativo, éste se toma como 0.

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

Donde, F es el porcentaje que pasa la malla No. 200; LL, el Límite líquido, y P, el índice de plasticidad.

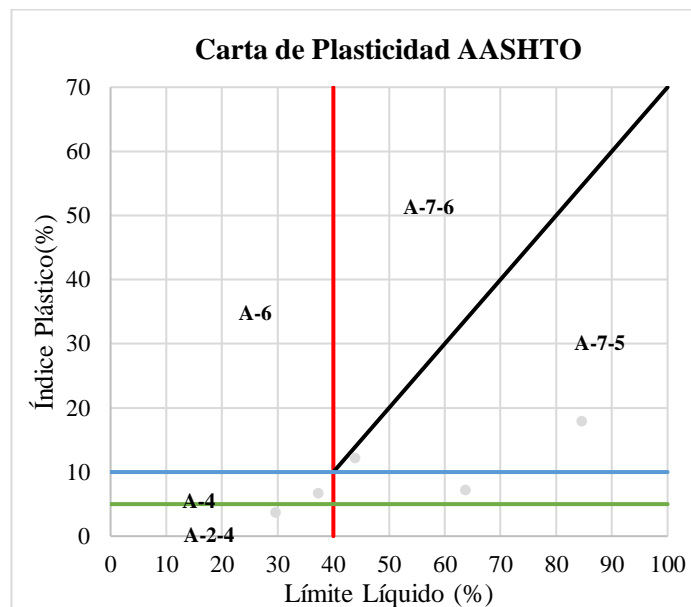
Tabla 55. Cálculo del índice de grupo

MUESTRAS		F	LL	P	Cálculo GI	GI
M1	0+000	9.75	37.34	6.65	-4.54	0
M2	1+000	0.43	29.68	3.70	-4.21	0
M3	2+000	1.65	43.93	12.18	-7.62	0
M4	3+000	9.74	63.77	7.16	-7.90	0
M5	4+000	0.57	84.58	17.91	-15.70	0

Fuente: Autora

Este sistema además, presenta la siguiente carta de plasticidad para clasificar los suelos:

Gráfica 36. Carta de plasticidad AASHTO



Fuente: Autora

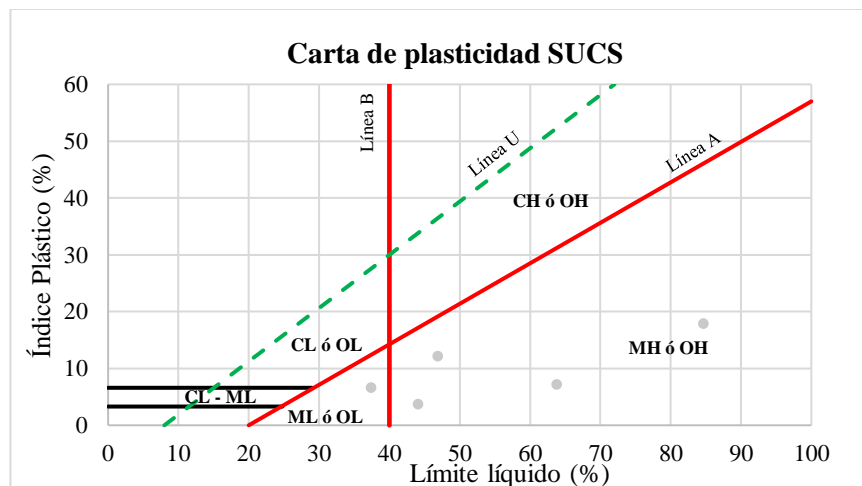
Clasificación SUCS

Este sistema de clasificación se basa en los siguientes criterios:

1. Porcentaje de suelo retenido y que pasa por el tamiz No. 200
2. Porcentaje que pasa por el tamiz No. 4
3. Coeficiente de uniformidad y de curvatura

Este sistema también presenta la carta de plasticidad para clasificar los suelos:

Gráfica 37. Carta de plasticidad SUCS



Fuente: Autora

De acuerdo a estos criterios se presenta una tabla resumen determinando el tipo de suelo en los dos sistemas de clasificación:

Tabla 56. Clasificación del suelo

N° Muestra	Abscisa	Límites de Atterberg			Granulometría % que pasa el tamiz			Clasificación del suelo		Nomenclatura
		LL	LP	IP	#10	#40	#200	AASHTO	SUCS	
1	0+000	37.34	30.69	6.65	66.36	33.71	9.75	A-2-4	SW-SM	Arena bien graduada con limo
2	1+000	29.68	25.98	3.7	38.79	14.27	0.43	A-1a	SP	Arena mal graduada con grava
3	2+000	43.93	31.75	12.18	36.87	9.7	1.65	A-2-7	SP	Arena mal graduada con grava
4	3+000	63.77	56.61	7.16	75.72	48.55	9.74	A-2-5	SP-SM	Arena mal graduada con limo
5	4+000	84.58	66.67	17.91	67.37	27.75	0.57	A-2-7	SP	Arena mal graduada

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla se establece que la mayor parte del suelo de la zona es una arena mal graduada, y que en la muestra 2 y 3 se presenta arena con cierta cantidad de grava.

3.1.4.2.4. Compactación

La compactación es una de las propiedades más importantes en vías, ésta se mide con el Ensayo Próctor modificado en el cual, se determina la humedad óptima del suelo que produce el máximo peso específico seco, logrando así la mejor compactación y mejorando su capacidad de carga. A continuación, se presentan los resultados de este ensayo:

Tabla 57. Resultados Ensayo Próctor Modificado

N° Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	1.558	1.801	1.332	1.075	1.023
Humedad óptima %	17.8	15.5	16.6	17	16.7

Fuente: Autora

3.1.4.2.5. CBR puntual

Una vez realizado el ensayo Próctor y con los datos de humedad óptima y densidad seca máxima obtenidos se realiza el ensayo CBR el cual permite determinar la resistencia del suelo, estableciendo si el suelo es capaz o no de soportar las cargas.

Tabla 58. Resultados CBR puntual

N ° Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
C.B.R %	15.3	39.2	14.1	11	13.5

Fuente: Autora

Con el resultado del CBR se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla:

Tabla 59. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

Índice CBR	Clasificación del suelo
0-5	Subrasante muy mala
5-10	Subrasante mala
10-20	Subrasante regular a buena
20-30	Subrasante muy buena
30-50	Subbase buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Fuente: Mecánica de suelos: Conceptos básicos y aplicaciones. Guerra Torralbo, Juan Carlos, 2018

De acuerdo a la tabla se establece que la subrasante de la abscisa 1+000 es muy buena, y las subrasantes restantes se consideran de regular a buena.

3.1.5. Diseño del pavimento flexible

El diseño de pavimentos consiste en definir los espesores de cada capa que lo conforma, para realizar este diseño existen varios métodos basados en el estudio de suelos, del tránsito, etc.

Para la presente vía, el diseño del pavimento se lo realiza mediante el Método AASHTO 93, el cual consiste en determinar el número estructural SN que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

Para calcular el número estructural SN se dispone de la ecuación siguiente:

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

Donde:

- W_{18} = Número de ejes equivalentes.
- Z_R = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R

- S_o = Desviación estándar
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado
- M_R = Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante
- SN = Número estructural.

3.1.5.1. Variables de diseño

a. Período de diseño

El periodo de diseño define los años durante los cuales el pavimento presentará condiciones apropiadas ofreciendo un servicio adecuado. Este periodo está en función del tipo de carretera, la siguiente tabla indica que para una carretera de baja intensidad de tráfico se estima un periodo de diseño de 15 a 25 años, tomando el promedio se tiene que el periodo de diseño para la presente vía es de 20 años, considerando, además, la economía del proyecto.

Tabla 60. Periodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

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

b. Factor daño

Todos los vehículos que circulen por la vía producirán un deterioro en la estructura del pavimento producto del peso de dicho vehículo. Para determinar este deterioro producido se emplea el factor de daño, a continuación, se presenta una tabla con los factores de daño en función del tipo y peso del vehículo.

Tabla 61. Factores de daño según el tipo de vehículo

TIPO	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		Factor de daño
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/8.2) ⁴	Ton	(P/15) ⁴	Ton	(P/23) ⁴	
Livianos	3	0.04							0.04
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C - 3	6	0.68			18	2.07			2.76
C - 4	6	0.68					25	1.40	2.08
C - 5	6	0.68			18*2	4.15			4.83
C - 6	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

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

De acuerdo al conteo vehicular realizado se definió la circulación únicamente de vehículos livianos y camiones de 2 ejes grandes, por lo cual, se estableció el factor de daño para camiones de 1.29.

c. Factor de distribución por carril (Fc)

Este factor está en función del número de carriles por sentido de circulación que tendrá la vía. Al tratarse de un *camino vecinal* de clase IV tiene un carril por sentido, por tanto, se toma el 100% de la carga de los vehículos para el diseño del pavimento.

Tabla 62. Factor de distribución por carril

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

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

d. Factor de distribución por dirección (Fd)

Debido a que la vía tiene dos carriles de circulación, el flujo vehicular estará distribuido en dos sentidos por lo que se considera un 50%, de acuerdo a la tabla:

Tabla 63. Factor de distribución por dirección

Número de carriles en ambas direcciones	% del W18 en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

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

e. Cálculo de los Ejes equivalentes W18

Teniendo el tráfico inicial y el periodo de diseño se determina el número de repeticiones de un eje simple de 8.2 Ton

$$W_{18 \text{ total}} = 365 * TPDA_{final} * FD$$

$$W_{18 \text{ carril de diseño}} = W_{18 \text{ acumulado}} * F_d * F_c$$

Donde:

- $W_{18 \text{ total}}$ = Número de ejes equivalentes acumulados.
- $TPDA_{final}$ = Tránsito Promedio Diario Anual futuro.
- FD = Factor de daño.
- F_d = Factor de distribución por dirección.
- F_c = Factor de distribución por carril.

$$W_{18 \text{ parcial}} = (365 * TPDA_{buses} * FD) + (365 * TPDA_{pesados} * FD)$$

$$W_{18 \text{ parcial}} = (365 * 0 * 1.04) + (365 * 25 * 1.29)$$

$$W_{18 \text{ parcial}} = 11771$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = W_{18 \text{ parcial}} + \sum W_{18 \text{ parcial}}$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 11771 + 196816$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 208587$$

$$W_{18 \text{ carril de diseño}} = W_{18 \text{ acumulado}} * F_d * F_c$$

$$W_{18 \text{ carril de diseño}} = 208587 * 0.5 * 1$$

$$W_{18 \text{ carril de diseño}} = 104294$$

Tabla 64. Resumen del número de ejes equivalentes acumulados

AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)				W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 Por sentido
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL			
2021	3.57	1.78	1.74	108	0	18	126	8475	8475	4238
2022	3.57	1.78	1.74	112	0	18	130	8475	16950	8475
2023	3.57	1.78	1.74	116	0	19	135	8946	25896	12948
2024	3.57	1.78	1.74	120	0	19	139	8946	34842	17421
2025	3.57	1.78	1.74	124	0	19	143	8946	43788	21894
2026	3.25	1.62	1.58	127	0	19	146	8946	52734	26367
2027	3.25	1.62	1.58	131	0	20	151	9417	62151	31076
2028	3.25	1.62	1.58	135	0	20	155	9417	71568	35784
2029	3.25	1.62	1.58	139	0	20	159	9417	80985	40493
2030	3.25	1.62	1.58	144	0	21	165	9888	90873	45437
2031	3.25	1.62	1.58	149	0	21	170	9888	100761	50381
2032	3.25	1.62	1.58	154	0	21	175	9888	110649	55325
2033	3.25	1.62	1.58	159	0	22	181	10359	121008	60504
2034	3.25	1.62	1.58	164	0	22	186	10359	131367	65684
2035	3.25	1.62	1.58	169	0	22	191	10359	141726	70863
2036	3.25	1.62	1.58	174	0	23	197	10830	152556	76278
2037	3.25	1.62	1.58	180	0	23	203	10830	163386	81693
2038	3.25	1.62	1.58	186	0	23	209	10830	174216	87108
2039	3.25	1.62	1.58	192	0	24	216	11300	185516	92758
2040	3.25	1.62	1.58	198	0	24	222	11300	196816	98408
2041	3.25	1.62	1.58	205	0	25	230	11771	208587	104294

Fuente: Autora

Se determina que el valor total de eje equivalentes para el año 2041 es de 104294. Con este valor y la siguiente tabla presentada por la norma se estable los espesores recomendados para cada capa del pavimento flexible.

Tabla 65. Espesores mínimos en pulgadas en función de los ejes equivalentes

Tránsito en ejes equivalentes	Carpetas de concreto asfáltico (in)	Bases granulares (in)
Menos de 50000	1.0 o T.S.	4.0
50001-150000	2.0	4.0
150001-500000	2.5	4.0
500001-2'000000	3.0	6.0
2'000001-7'000000	3.5	6.0
Mayor de 7'000000	4.0	6.0

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

De acuerdo a la tabla la carpeta de concreto asfáltico debe tener un espesor mínimo de 2.0 pulg (5.08 \approx 5 cm), mientras que el espesor mínimo de la base granular es de 4.0 pulg (10.16 \approx 10 cm)

f. CBR de diseño

Con los datos de CBR puntuales obtenidos por los ensayos y en función de los ejes equivalentes calculados se determina el CBR de diseño.

Teniendo ya el número de ejes equivalentes para el año 2041 de 104294 se establece el valor del percentil de 75%, de acuerdo a la tabla:

Tabla 66. Límites para la selección de resistencia

Número de ejes equivalentes en el carril de diseño	Percentil de diseño CBR %
< 10000	60
10000 – 1000000	75
> 1000000	87.5

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

Los datos de CBR obtenidos se ordenan ascendentemente y se calcula el porcentaje de cada uno así:

Tabla 67. Resultados CBR puntual

Nº Muestra	1	2	3	4	5
Abscisa	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000
C.B.R %	15.3	39.2	14.1	11	13.5

Fuente: Autora

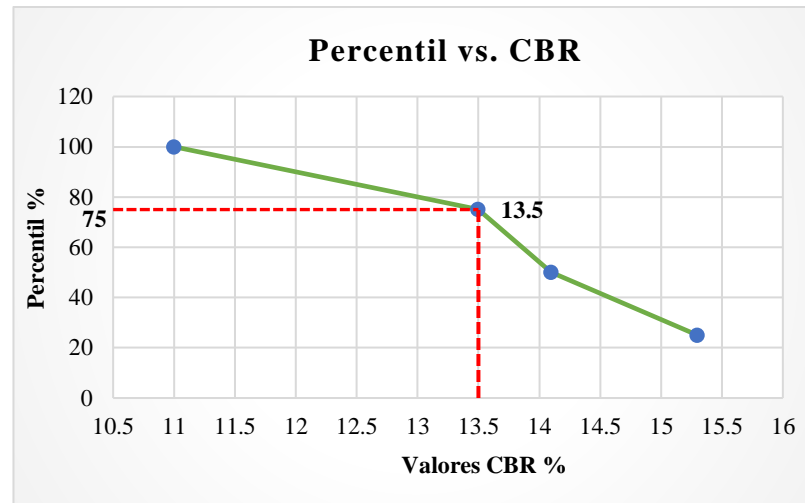
Para procesar los datos de CBR puntuales y realizar la gráfica se descartó el valor de CBR de la abscisa 1+000 debido a su gran diferencia con los demás valores.

Tabla 68. Datos de CBR

CBR %	Fi	≥ CBR	%
11	1	4	100
13.5	1	3	75
14.1	1	2	50
15.3	1	1	25

Fuente: Autora

Gráfica 38. Determinación del CBR de diseño



Fuente: Autora

Según la gráfica con el percentil de 75% se determina un CBR de diseño de 13.5%, el cual clasifica a la subrasante del proyecto de regular a buena.

g. Nivel de Confiabilidad “R”

Definida como la probabilidad que tiene el pavimento de funcionar adecuadamente o mejor de lo previsto durante su vida útil.

Para el proyecto, al ser una vía local y ubicarse en zonas rurales se tiene valores de confiabilidad entre 50-80%, considerando un valor de 75% para el diseño.

Tabla 69. Valores del Nivel de Confianza R de acuerdo al tipo de camino

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

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

h. Desviación Estándar Normal Zr

La desviación estándar está en función del nivel de confiabilidad que brinda el pavimento, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 70. Factores de Desviación Normal

Confiabilidad R%	Desviación Estándar Normal "Zr"
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037

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

El valor correspondiente para un nivel de confiabilidad del 75% es $Z_r = -0.674$

i. Desviación estándar global So

Para estimar las variaciones que pueden presentarse en los materiales, subrasante, tránsito, etc. se considera una desviación estándar global S_o . La AASHTO sugiere que para pavimentos flexibles este valor esté entre 0.4 y 0.5 recomendando usar el promedio: 0.45

j. Módulo de resiliencia Mr

Este factor caracteriza o califica a la subrasante; se lo obtiene mediante la relación que existe entre el Mr medido en el campo y el CBR de laboratorio.

- Ecuación sugerida por la AASHTO:

$$Mr (psi) = 1500 * CBR \text{ para } CBR < 10\%$$

- Ecuación desarrollada en Sudáfrica:

$$Mr (psi) = 3000 * CBR^{0.65} \text{ para } CBR \text{ del } 7.2\% \text{ a } 20\%$$

- Ecuación utilizada por la AASHTO:

$$Mr (psi) = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ para suelos granulares}$$

Como el CBR de diseño obtenido es de 13.5% se utiliza la siguiente ecuación:

$$Mr (psi) = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr (psi) = 3000 * 13.5^{0.65}$$

$$Mr = 16286.89 \text{ psi}$$

k. Índice de serviciabilidad ΔPSI

La serviciabilidad considera la calidad o condición de un pavimento para brindar una circulación segura a los usuarios de la vía. El índice ΔPSI se determina con la diferencia entre el estado inicial y el estado final de serviciabilidad que tendrá el pavimento que se va a diseñar.

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

Donde:

- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $PSI \text{ inicial}$ = Índice de servicio inicial
- $PSI \text{ final}$ = Índice de servicio final

De acuerdo a la norma el índice de servicio inicial para pavimentos rígidos es de 4.5 y para pavimentos flexibles es 4.2, en tanto que el índice de servicio final para caminos principales es 2.5 o 3 y para caminos secundarios es 2. Al tratarse de un camino

secundario diseñado con pavimento flexible se toma como índice de servicio inicial: 4.2 e índice final: 2.

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

3.1.5.2. Determinación del número estructural para pavimento flexible SN

El número estructural expresa la resistencia del pavimento necesaria para soportar el tránsito. El cálculo del SN se realiza mediante un software que utiliza el método AASHTO 1993 en el cual emplean las siguientes variables:

Tabla 71. Resumen de datos

Datos		
Tipo de pavimento		Flexible
Confiabilidad	R	75 %
Desviación estándar normal	Zr	-0.674
Desviación estándar global	So	0.45
Módulo de resiliencia	Mr	16287 psi
Índice de serviciabilidad inicial	PSI in.	4.2
Índice de serviciabilidad final	PSI fin.	2.0
Número de ejes equivalentes	W18	104294

Fuente: Autora

Gráfica 39. Cálculo del Número Estructural

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing "75 % Zr=-0.674" and a text box for "So" with the value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (4.2) and "PSI final" (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for "Mr" with the value "16287" and the unit "psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18".
- Results:** "W18 =" followed by a text box containing "104294", and "Número Estructural" followed by a text box containing "SN = 1.57".
- Buttons:** "Calcular" and "Salir".

Fuente: Autora

Realizado el cálculo se obtiene un SN igual a 1.57.

3.1.5.3. Determinación de espesores

Para definir los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento (capa de rodamiento, base y subbase), se utiliza la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

- a_1 , a_2 y a_3 = Coeficientes estructurales de capa de carpeta, base y sub-base respectivamente.
- D_1 , D_2 y D_3 = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente, en pulgadas.
- m_2 y m_3 = Coeficientes de drenaje para base y sub-base, respectivamente.
- SN = Número estructural.

- **Coefficientes estructurales**

1. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”

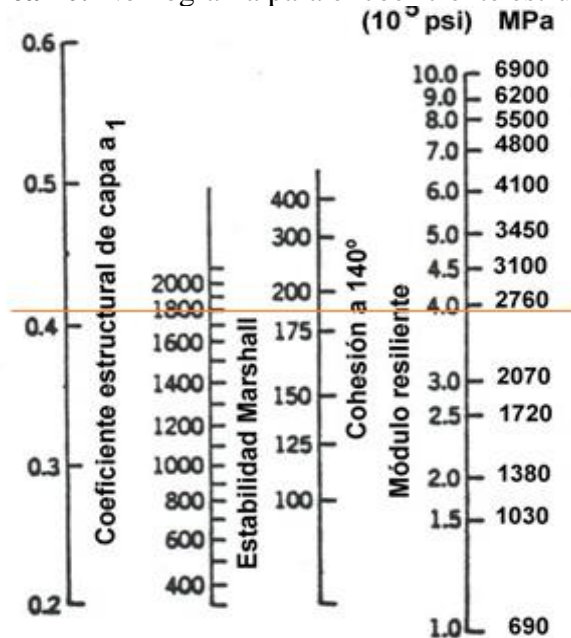
Para determinar este coeficiente es necesario conocer la estabilidad Marshall o el Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica. Al no disponer del módulo de elasticidad, se determina el coeficiente a partir de la estabilidad Marshall, para la cual se considera un diseño del pavimento basándose en el tráfico pesado, obteniendo así una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb, según lo indica la tabla de control de calidad de mezclas asfálticas presentada por el MOP, con este valor y utilizando el siguiente nomograma se obtiene el coeficiente a1.

Tabla 72. Control de calidad de mezclas asfálticas

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
N ° de golpes	75		75		50		50	
Estabilidad (lb)	2200		1800		1200		1000	
Flujo (in/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
Capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
Capa intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
Capa de base	3	9	3	9	3	9	3	9

Fuente: MOP-2002 Control de mezclas asfálticas

Gráfica 40. Nomograma para el coeficiente estructural a1



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

La norma también proporciona una tabla con los valores del módulo resiliente y del coeficiente a1 mediante la cual se puede verificar los valores e interpolar los mismos para obtener un coeficiente más exacto.

Tabla 73. Valores de a1

Módulos Elásticos		Valores a1
PSI	MPA	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.850
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

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

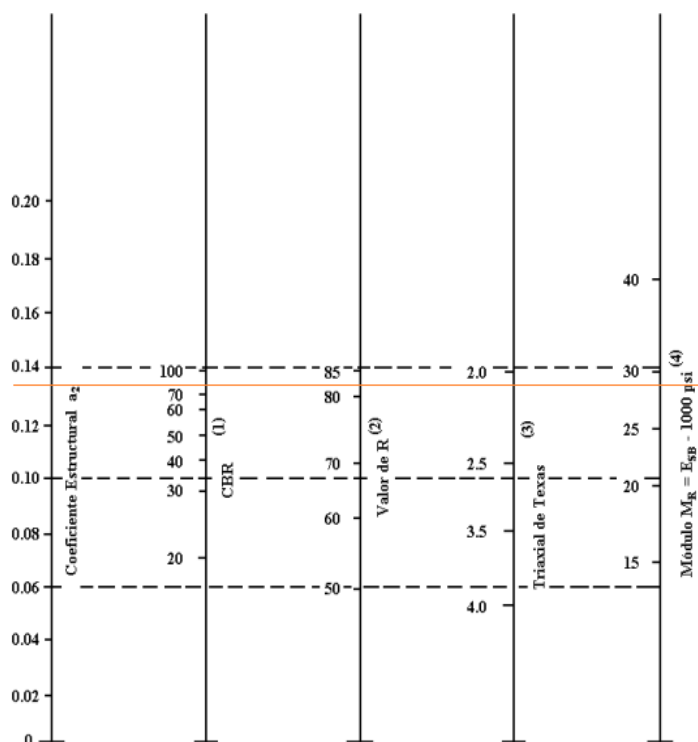
De acuerdo al nomograma el valor del módulo resiliente es de $3.92 \cdot 10^5$ psi e interpolando los datos se tiene que el valor del coeficiente a1 es de 0.415.

2. Coeficiente estructural de la base “a2”

El MOP 2002 (Sección 404 - Bases) especifica que las bases a utilizarse en los proyectos deberán tener un valor de soporte de CBR igual o mayor al 80%, un límite líquido menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

Utilizando el nomograma y la tabla presentada por la norma, para el CBR mínimo de 80% se obtiene que el coeficiente a2 es 0.1330 y el módulo resiliente Mr es 28600 psi.

Gráfica 41. Nomograma para el coeficiente estructural a₂



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

Tabla 74. Coeficientes de la capa base “a2”

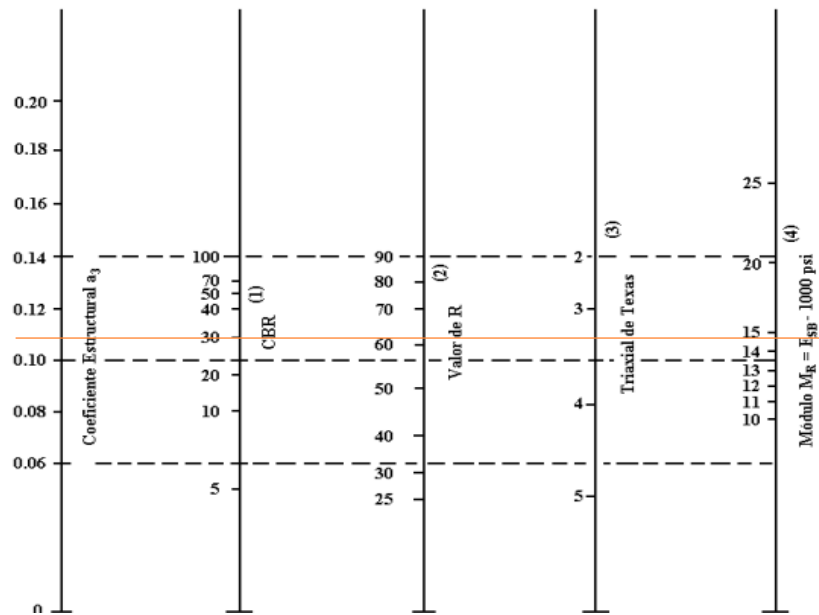
BASE AGREGADOS	
CBR%	a ₂
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.1150
55	0.1200
60	0.1250
70	0.1300
80	0.1330
90	0.1370
100	0.1400

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

3. Coeficiente estructural de la subbase “a3”

De igual manera el MOP 2002 (Sección 403 - Subbases) especifica que las subbases a utilizarse deberán tener un valor de soporte de CBR igual o mayor al 30%, un límite líquido máximo de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. Para determinar el coeficiente a3 se utiliza un CBR de 30%

Gráfica 42. Nomograma para el coeficiente estructural a3



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

Tabla 75. Coeficientes de la capa sub-base “a3”

SUB-BASE GRANULAR	
CBR%	a3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

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

De acuerdo al nomograma y verificando los valores en la tabla se obtuvo un coeficiente a_3 igual a 0.108 y un módulo resiliente M_r de 14800 psi.

- **Coefficientes de drenaje “ m_2 y m_3 ”**

Estos coeficientes están en función de la calidad del drenaje de la vía y del tiempo que el pavimento está expuesto a la humedad.

La AASHTO define la calidad de drenaje de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser eliminada de las capas del pavimento como indica la siguiente tabla:

Tabla 76. Calidad del drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

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

Para el presente proyecto se ha estimado que la calidad del drenaje es Regular ya que el tiempo que tarda el agua en ser evacuada es de 1 semana.

Tabla 77. Valores de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1-5%	5-25%	Más de 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

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

Una vez definido la calidad de drenaje se estima el porcentaje del tiempo en el cual el pavimento está expuesto a una humedad próxima a la saturación, para la vía se ha considerado un porcentaje de tiempo entre el 5 y 25% por lo tanto los coeficientes m_2 y m_3 tienen valores entre 1.00 - 0.80, asumiendo la media 0.90.

- **Espesores D1, D2, D3**



Obtenido el número estructural se determina el espesor de las capas del pavimento, empleando un programa de Excel que utiliza el método AASHTO 1993, con los siguientes datos:

Tabla 78. Resumen de datos necesarios para el cálculo de los espesores

Datos obtenidos		
Tipo de pavimento		Flexible
Período de diseño		20 años
Confiabilidad	R	75 %
Desviación estándar normal	Zr	-0.674
Desviación estándar global	So	0.45
Módulo de resiliencia	Mr	16287 Psi
Índice de serviciabilidad inicial	PSI in.	4.2
Índice de serviciabilidad final	PSI fin.	2.0
Número de ejes equivalentes	W18	104294
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr cp	392 Ksi
Módulo de resiliencia de la base	Mr b	28.6 Ksi
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr s-b	14.8 Ksi
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.415
Coficiente estructural de la base	a2	0.133
Coficiente estructural de la base	a3	0.108
Coficientes de drenaje	m2	0.9
	m3	0.9

Fuente: Autora

Tabla 79. Cálculo de los Espesores del Pavimento

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA		 FICM	
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES			
METODO AASHTO 1993			
PROYECTO :	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua		
SECCION :	km 0+000 a km 4+000	FECHA	11/11/2021
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			392.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.60
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.80
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			104294.00
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			0.75
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.674
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			16.29
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.20
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.00
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20.00
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.415
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0.900
Subbase (m ₃)			0.900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.57	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.23	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.40	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		-0.06	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.5 cm	5.0 cm	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.5 cm	10.0 cm	0.47
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-1.6 cm	10.0 cm	0.38
ESPESOR TOTAL (cm)		25.0 cm	1.67

Fuente: Autora

De acuerdo a los cálculos la estructura del pavimento tiene un espesor total de 25 cm, a continuación, se muestran los espesores propuestos para cada capa del pavimento cumpliendo con los espesores mínimos que dicta la AASHTO.

Tabla 80. Espesores de las capas del pavimento

	Espesores	
	In	Cm
Carpeta asfáltica	2"	5
Base Granular	4"	10
Sub-base Granular	4"	10

Fuente: Autora

Para verificar que el diseño de la estructura del pavimento sea el adecuado, éste debe cumplir que el SN propuesto debe ser mayor al SN requerido, para lo cual se realizan los siguientes cálculos:

$$SN1 = a1 * D1$$

$$SN1 = 0.415 * 2" = 0.82$$

$$SN2 = a2 * m2 * D2$$

$$SN2 = 0.133 * 0.90 * 4" = 0.47$$

$$SN3 = a3 * m3 * D3$$

$$SN3 = 0.108 * 0.90 * 4" = 0.39$$

$$SN_{propuesto} = SN1 + SN2 + SN3$$

$$SN_{propuesto} = 0.82 + 0.47 + 0.39$$

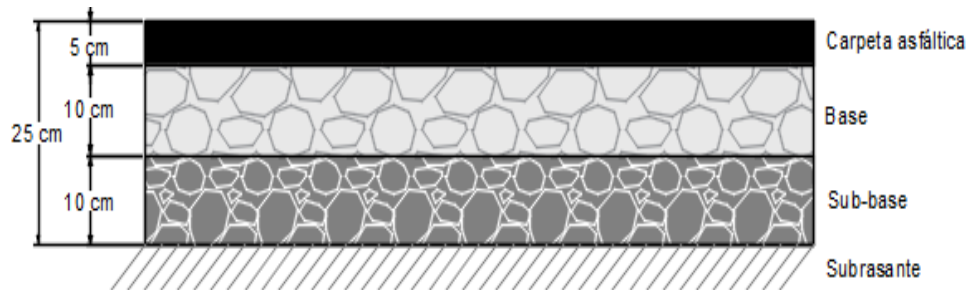
$$SN_{propuesto} = 1.68$$

Comprobación:

$$SN_{propuesto} \geq SN_{requerido}$$

$$1.68 \geq 1.57 \rightarrow CUMPLE$$

Gráfica 43. Espesores de las capas del pavimento del proyecto



Fuente: Autora

3.1.5.4. Propiedades de los materiales

Los materiales a emplear en la estructura del pavimento deben cumplir con las especificaciones y características dadas por la norma MOP 2002 - Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

A continuación, se detalla las especificaciones para cada capa del pavimento.

1. Subbase

Se recomienda una subbase clase 3, conformada por áridos gruesos obtenidos mediante cribado de gravas o roca. Este tipo de subbase debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Coeficiente de desgaste máximo del 50%
- Índice de plasticidad ≤ 6
- Límite líquido ≤ 25
- CBR ≥ 30
- Granulometría de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 81. Áridos para subbase

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm)			100
2" (50.4 mm)		100	----
1 1/2 (38.1 mm)	100	70-100	----
N°4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N°40 (0.425 mm)	10-35	15-40	----
N°200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002

2. Base

La base está compuesta por materiales granulares, para el presente proyecto se sugiere una base clase 4, la misma que está conformada por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. Este tipo de base debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Coeficiente de desgaste < 40%
- Índice de plasticidad < 6
- Límite líquido < 25
- CBR \geq 80
- Granulometría de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 82. Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para las bases

TAMIZ		BASE CLASE 1				BASE CLASE 2		BASE CLASE 3		BASE CLASE 4	
		Tipo A		Tipo B							
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
2"	50 mm		100		100		100		100		100
1 1/2"	37.5 mm	70	100	70	100	70	100				
1"	25 mm	55	85	60	90	55	85	70	100	60	90
3/4"	19 mm	50	80	45	75	47	75	60	90		
3/8"	9.5 mm	35	60	30	60	35	65	40	75		
N° 4	4.75 mm	25	50	20	50	25	55	30	60	20	50
N° 10	2 mm	20	40	10	25	15	45	15	45		
N° 40	0.425 mm	10	25	2	12	5	25	10	30		
N° 200	0.075 mm	2	12			0	10	0	15	0	15

Fuente: Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002

3. Capa de rodadura o carpeta asfáltica

Para la capa de rodadura, los materiales a utilizar pueden ser cemento asfáltico, asfaltos diluidos o emulsiones asfálticas, en el proyecto se empleará cemento asfáltico mezclado con agregados en caliente en una planta central.

Los agregados que se proponen serán del tipo A, es decir que todas sus partículas se obtienen por trituración y deben cumplir con:

- Coeficiente de desgaste a la abrasión < 40%
- Resistencia a la acción de sulfatos < 12%
- Adhesividad > 95%
- Índice plástico < 4
- Granulometría

Tabla 83. Granulometría de agregados

TAMIZ		Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices de malla cuadrada			
		3/4"	1/2"	3/8"	No. 4
1"	25.4 mm	100	---	---	---
3/4 "	19.0 mm	90-100	100	---	---
1/2"	12.7 mm	---	90-100	100	---
3/8"	9.5 mm	56-80		90-100	100
N°4	4.75 mm	35-65	44-74	55-85	80-100
N° 8	2.36 mm	23-49	28-58	32-67	65-100
N°16	1.18 mm	---	---	---	40-80
N°30	0.60 mm	---	---	---	25-65
N° 50	0.30mm	5-19	5-21	7-23	7-40
N° 100	0.15 mm	---	---	---	3-20
N°200	0.075 mm	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002

En el país se clasifica el cemento asfáltico por el grado de penetración en: AP1, AP2, AP3, AP4, AP5 y AP6. La elección del tipo de cemento asfáltico varía de acuerdo al tránsito y las condiciones climáticas, la norma establece que para vías con tráfico

liviano o medio se permitirá el empleo de cementos asfálticos con un grado de penetración de 85 – 100.

Para el presente proyecto se sugiere el tipo AP3, éste es un cemento asfáltico medio con un grado de penetración de 85-100.

3.1.6. Diseño de obras complementarias

3.1.6.1. Drenaje

El drenaje constituye una parte esencial en el mantenimiento y durabilidad de las vías, es el encargado de recibir las aguas que llegan a la vía y evacuarlas para evitar que éstas se infiltren en las capas del pavimento.

Para realizar el diseño de obras de drenaje del presente proyecto se identificó el área donde se encuentra la vía, estableciendo puntos de interés como la existencia ríos, pasos de agua, quebradas, etc. cercanas a la misma. Además, este diseño esta función de los registros de la estación pluviométrica más cercana a la vía como es la M0066 Ambato aeropuerto

3.1.6.1.1. Diseño de cunetas

Las cunetas tienen la función de recoger el agua superficial y conducirlos a un drenaje natural o a una obra transversal.

La norma establece los siguientes parámetros para el diseño de cunetas:

- **Pendiente:** la pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, mínimo 0.50%.

- **Velocidad:** el valor máximo dependerá de la velocidad del agua. La norma establece la velocidad del agua a partir de la cual se produce erosión en los diferentes materiales, para hormigón la velocidad del agua máxima en las cunetas es 4.50 m/s a 7.50 m/s.

Para el presente proyecto se propone una cuneta en forma triangular debido a su fácil construcción y limpieza, la misma que estará revestida con hormigón de $f'c=180\text{kg/cm}^2$.

El diseño de las cunetas se basa en el principio de canales abiertos con flujo uniforme utilizando las siguientes ecuaciones:

- **Fórmula de Manning**

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- V = Velocidad en m/s.
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning.
- J = Pendiente hidráulica, %.
- R = Radio hidráulico, m. $R=A/P$
- A = Área de la sección, m^2
- P = Perímetro mojado, m

- **Ecuación de continuidad**

$$Q = A * V$$

Donde:

- Q = Caudal de diseño, m^3/s
- A = Área de la sección, m^2
- V = Velocidad en m/s.

Coefficiente de rugosidad de Manning

Este coeficiente está en función del tipo de superficie de la cuneta, para una cuneta de hormigón de acuerdo a las siguientes tablas se tiene que el coeficiente de rugosidad es de: 0.013 – 0.017, optando por 0.016

Tabla 84. Coeficientes de rugosidad de Manning

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0.020 - 0.025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0.025 - 0.035
En tierra con ligera vegetación	0.035 - 0.045
En tierra con vegetación espesa	0.040 - 0.050
En tierra excavada mecánicamente	0.028 - 0.033
En roca, superficie uniforme y lisa	0.030 - 0.035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0.035 - 0.045
Cunetas y canales revestidos	
Hormigón	0.013 - 0.017
Hormigón revestido en tierra	0.016 - 0.022
Encachado	0.020 - 0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017 - 0.020
Paredes encachadas, fondo de grava	0.023 - 0.033
Revestimiento bituminoso	0.013 - 0.016
Corrientes naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente.	0.027 - 0.033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación	0.033 - 0.040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia.	0.035 - 0.050

Fuente: Lemos R, Drenaje Vial Superficial y Subterráneo, 1999.

Tabla 85. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)

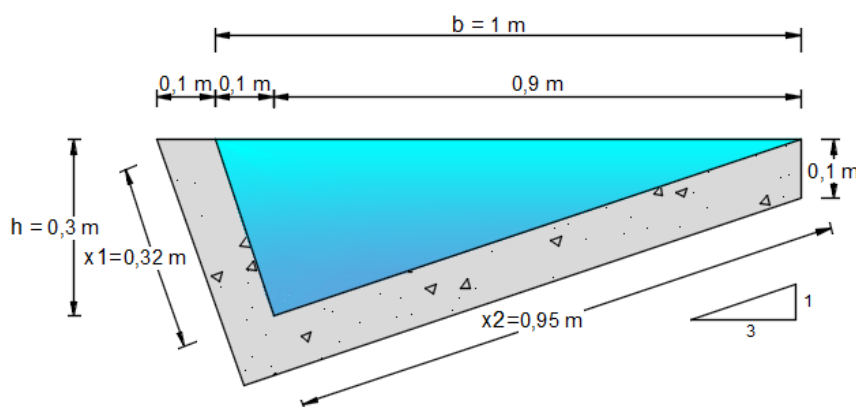
Tipo de material	Valores		
	Mínimo	Normal	Máximo
Roca (con saliente y sinuosa)	0.035	0.040	0.050
Tepetate (liso y uniforme)	0.025	0.035	0.040
Tierra	0.017	0.020	0.025
Mampostería	0.025	3.000	0.033
Concreto	0.013	0.017	0.020
Polietileno (PVC)	0.007	0.008	0.009

Fuente: Rodríguez P., Hidráulica II, 2008.

Dimensiones

Según lo estipula la norma para vías en terrenos montañosos se recomienda que la cuneta tenga 30cm de profundidad con respecto a la rasante. Las dimensiones propuestas para la cuneta se especifican en la siguiente gráfica y se asume que la cuneta trabaja totalmente llena.

Gráfica 44. Dimensiones propuestas para la cuneta



Fuente: Autora

Cálculo de los elementos geométricos de la sección

- Área mojada

$$A = \frac{1}{2} * b * h$$

$$A = \frac{1}{2} * 1.00m * 0.30m$$

$$A = 0.15 m^2$$

- Perímetro mojado

$$Pm = x1 + x2$$

$$Pm = 0.95m + 0.32m$$

$$Pm = 1.27m$$

- Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{Pm}$$

$$R = \frac{0.15 m^2}{1.27m}$$

$$R = 0.118 m$$

Velocidad media del agua

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.118^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 15.04 * J^{\frac{1}{2}}$$

Caudal admisible de diseño

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.15 \text{ m}^2 * 15.04 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 2.256 * J^{\frac{1}{2}}$$

A continuación, se presenta una tabla resumen con los cálculos de caudal y velocidad para diferentes pendientes del proyecto.

Tabla 86. Cálculo de caudales y velocidades

Tramo	Abscisas		Pendiente J %	Longitud m	Caudal $Q = 2.256 * J^{1/2} \text{ m}^3/\text{s}$	Velocidad $V = 15.045 * J^{1/2} \text{ m/s}$
	Inicial	Final				
1	0+000	0+091.93	1.63	77.00	0.29	1.92
2	0+091.93	0+185.33	5.9	56.14	0.55	3.65
3	0+185.33	0+309.73	1.63	83.14	0.29	1.92
4	0+309.73	0+388.28	7.33	30.07	0.61	4.07
5	0+388.28	0+461.66	1.61	13.93	0.29	1.91
6	0+461.66	1+130.24	10.42	559.05	0.73	4.86
7	1+130.24	1+407.48	5.92	165.04	0.55	3.66
8	1+407.48	1+625.86	2.87	134.39	0.38	2.55
9	1+625.86	2+304.46	7.78	593.51	0.63	4.20
10	2+304.46	2+607.28	1.82	200.93	0.30	2.03
11	2+607.28	3+296.42	11.84	601.86	0.78	5.18
12	3+296.42	3+554.85	5.23	211.80	0.52	3.44
13	3+554.85	4+009	1.56	430.65	0.28	1.88

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla presentada se toma el valor de la pendiente más pronunciada $J=11.84\%$ - tramo 11, calculando su caudal para luego compararlo con el caudal real que tendrá la cuneta y comprobar si las dimensiones de la sección son las adecuadas.

$$Q_{adm} = 2.256 * J^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 2.256 * 0.1184^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 0.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 15.045 * J^{1/2}$$

$$V = 15.045 * 0.1184^{1/2}$$

$$V = 5.18 \text{ m/s}$$

El caudal admisible calculado es de $0.78 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que la velocidad del agua es de 5.18 m/s , la misma que cumple con la velocidad máxima permitida para que no se produzca erosión en el hormigón.

Cálculo del caudal máximo a ser desalojado por la cuneta

El cálculo del caudal máximo se realiza a través del *método racional* cuya expresión es la siguiente:

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

Donde:

- Q = Caudal expresado en m^3/s
- C = Coeficiente de escurrimiento
- i = Intensidad máxima de la precipitación pluvial en mm/h.
- A = Área tributaria en ha.

- **Coeficiente de escurrimiento**

El coeficiente de escurrimiento varía según la magnitud de la lluvia, el tipo de superficie de la vía y las condiciones del terreno, como la cobertura vegetal, tipo de suelo y topografía.

Los valores de los coeficientes se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 87. Coeficiente de escurrimiento

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía "C"
Pavimentos de hormigón y asfálticos	0.70 - 0.95
Pavimentos adoquinados	0.60 - 0.70
Pavimentos de Macadán	0.30 - 0.60
Superficie de grava	0.15 - 0.30
Zonas arboladas y bosques	0.10 - 0.20
Zonas con vegetación densa:	
Terrenos granulares	0.05 - 0.35
Terrenos arcillosos	0.15 - 0.56
Zonas con vegetación media:	
Terrenos granulares	0.10 - 0.50
Terrenos arcillosos	0.30 - 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivables	0.20 - 0.40

Fuente: Lemos R, Drenaje Vial Superficial y Subterráneo, 1999.

Para pavimentos de hormigón y asfalto se tiene un coeficiente de escorrentía C1 entre 0.70 y 0.95, optando por 0.95.

Adicionalmente, el proyecto se ubica en zonas cultivables por lo tanto también se tiene un coeficiente C2 de 0.40

- **Intensidad máxima de la precipitación pluvial**

El INAMHI presenta la siguiente ecuación para determinar la intensidad de lluvia:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Donde:

- I = Intensidad de lluvia, mm/h.
- T = Período de retorno, años.
- t = Tiempo de precipitación, min.
- K, m, n = Constantes de ajuste.

a. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración será igual al tiempo de duración de la lluvia, ya que en este tiempo la escorrentía logra su máximo valor. Para calcular el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Rowe:

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$H = L * S$$

Donde:

- tc = Tiempo de concentración, min.
- L = Longitud del área de drenaje, m.
- H = Desnivel entre el inicio de la cuenca hasta el punto de descarga, m.
- S = pendiente, %.

Para el cálculo se considera el tramo # 11 descrito anteriormente con una longitud y pendiente de: 601.86m y 11.84% respectivamente.

$$H = L * S$$

$$H = 601.86m * 11.84\%$$

$$H = 71.26 m$$

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$tc = 0.0195 \left(\frac{601.86^3}{71.26} \right)^{0.385}$$

$$tc = 6.12 \text{ min}$$

b. Período de retorno

La norma establece periodos de retorno en función de la clase de carretera, para el presente proyecto se define un período de retorno de 50 años.

c. Coeficientes K, m, n

Los valores de los coeficientes K, m, n son propios de cada estación. Para el proyecto se trabaja con los datos de la estación M0066 – Ambato Aeropuerto.

Tabla 88. Ecuaciones para estaciones seleccionadas

Estación		Intervalos de tiempo	Ecuaciones	R	R ²
Código	Nombre	(minutos)			
M0066	Ambato aeropuerto	5<30	$i = 95.7035 * T^{0.2644} * t^{-0.5192}$	0.9737	0.948
		30<120	$i = 226.883 * T^{0.2204} * t^{-0.7568}$	0.9897	0.9794
		120<1440	$i = 438.0411 * T^{0.1712} * t^{-0.8664}$	0.9983	0.9966

Fuente: INAMHI, Estudio para la determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación versión (2) 2019.

Tabla 89. Intensidad máxima (mm/h)

T (min)	Período de retorno					
	2	5	10	25	50	100
5	49.8	63.5	76.3	97.2	116.7	140.2
10	34.8	44.3	53.2	67.8	81.5	97.8
15	28.2	35.9	43.1	54.9	66.0	79.3
20	24.3	30.9	37.1	47.3	56.8	68.3
30	20.1	24.7	28.7	35.2	41.0	47.7
60	11.9	14.6	17.0	20.8	24.2	28.2
120	7.8	9.1	10.3	12.0	13.5	15.2
360	3.0	3.5	4.0	4.6	5.2	5.9
1440	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8

Fuente: INAMHI, Estudio para la determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación versión (2) 2019.

$$K = 95.7035$$

$$m = 0.2644$$

$$n = -0.5192$$

$$I = K * T^m * t^{-n}$$

$$I = 95.7035 * 50^{0.2644} * 6.12^{-0.5192}$$

$$I = 105.11 \text{ mm/h}$$

- **Área de drenaje de la cuneta**

El área de drenaje para las cunetas del presente proyecto está conformada por dos áreas:

1. Área en la vía: el ancho de sección transversal de la vía es de 7.2m por ende cada carril tiene 3m y un espaldón de 0.60m.

$$A1 = (\text{ancho de carril} + \text{espaldón} + \text{cuneta}) * L$$

$$A1 = (3.00m + 0.60m + 1.00m) * 601.86m$$

$$A1 = 2768.56 \text{ m}^2$$

$$A1 = 0.277 \text{ ha}$$

2. Área del talud en el tramo: se estima una área promedio de 5 Ha.

Teniendo todos los datos necesarios se procede a reemplazarlos en la fórmula para determinar el caudal máximo que se espera circulará por la cuneta.

$$Q_{\text{máx}} = \frac{C * i * A}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = \frac{[C1 * A1 + C2 * A2] * i}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{[0.95 * 0.277 + 0.40 * 5.0] * 105.11}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 0.66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Seguidamente se comprueba si la secci3n de la cuneta cumple con el caudal calculado.

$$Q_{adm} > Q_{m\acute{a}x}$$

$$0.78 \text{ m}^3/\text{s} > 0.66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como el Caudal admisible es mayor al Caudal máximo que puede tener la cuneta se concluye que las dimensiones de la cuneta son correctas.

3.1.6.2. Diseño de alcantarillas

Las alcantarillas son conductos cerrados que se instalan transversales y debajo de las carreteras, recogen el agua proveniente de las cuencas, cunetas y las conducen hacia cauces naturales.

Una vez obtenidos los caudales de las cunetas se procederá a evacuar dichos caudales a través de alcantarillas.

La norma establece los siguientes parámetros para el diseño de alcantarillas:

- Pendiente: no debe producir sedimentaci3n, erosi3n, ni velocidades excesivas, por lo que la pendiente mínima será de 0.5%.
- Longitud de la alcantarilla: depende del ancho de la corona, altura del terraplén, pendiente del talud, alineaci3n y pendiente de la alcantarilla, etc. Esta longitud deberá ser suficiente para que sus extremos no queden tapados con sedimentos.

- Velocidad de la corriente: debe tomarse en cuenta la erosión, la velocidad a la entrada y/o salida deben compararse con la máxima velocidad permisible (no erosiva) del material del cauce.

Parámetros de diseño:

- Área de drenaje: se determina a través de cartas topográficas del IGM.
- Intensidades de precipitación: calculadas mediante las ecuaciones del INAMHI.
- Tiempo de concentración: mediante la fórmula de Rowe.
- Coeficiente de escorrentía: depende de la permeabilidad del suelo, forma de la cuenca, pendiente longitudinal y cobertura vegetal.
- Caudal de diseño: en función del análisis hidrológico y la importancia de la estructura.

Para el presente proyecto se emplearán alcantarillas de acero corrugado de sección circular.

Para realizar el diseño y cálculo del área de la alcantarilla se utiliza la Fórmula de Talbot:

$$A = \frac{0.183 * C * H^{\frac{3}{4}} * I}{100}$$

Donde:

- A = Área libre de la alcantarilla, m²
- H = Área de la microcuenca a drenar, Ha.
- C= Coeficiente de escorrentía.
- I = Intensidad de precipitación (mm/h) = 105.11 mm/h

Coeficiente de escorrentía C

Se puede determinar mediante la siguiente tabla:

Tabla 90. Coeficiente de esorrentía para la fórmula de Talbot

Características topográficas de la cuenca	Valor de C
Montaña y escarpada	1
Con mucho lomerío	0.802
Con lomerío	0.6
Muy ondulada	0.5
Poco ondulada	0.4
Casi plana	0.3
Plana	0.2

Fuente: XII Congreso Panamericano de carreteras, 1979

De acuerdo a las características de la cuenca del proyecto se estableció que el coeficiente de esorrentía es igual a 1.

Área de la microcuenca a drenar Ha

Se estima un área de drenaje promedio de todos los tramos de aproximadamente 5 Ha.

$$A = \frac{0.183 * C * H^{\frac{3}{4}} * I}{100}$$

$$A = \frac{0.183 * 1.00 * 5^{\frac{3}{4}} * 105.11}{100}$$

$$A = 0.64 \text{ m}^2$$

Teniendo el área de la alcantarilla se procede a determinar su diámetro.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.64}{\pi}}$$

$$D = 0.905 \text{ m} = 1000\text{mm}$$

Para el proyecto se utilizarán un total de 13 alcantarillas con un diámetro de 1000 mm.

Elementos de las alcantarillas

- **Ducto**

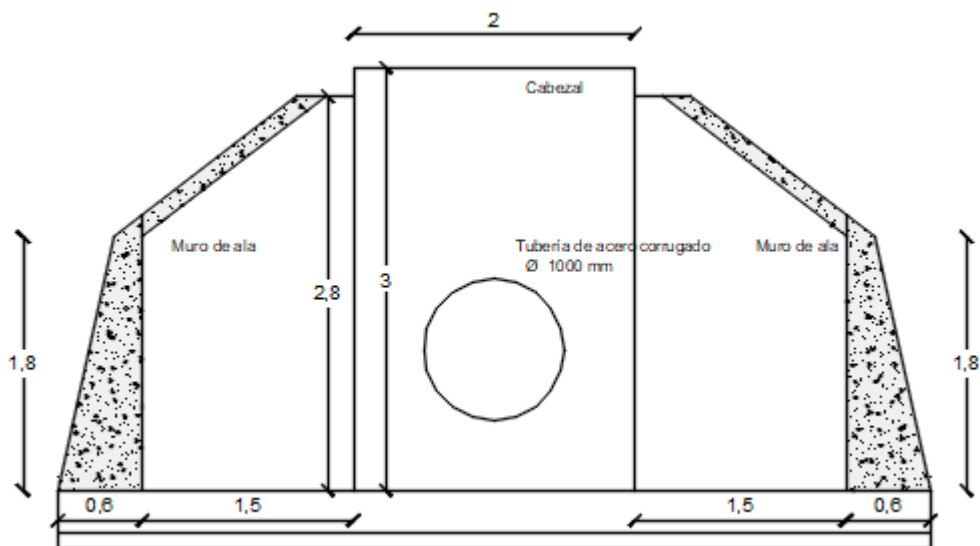
Serán de acero corrugado de 1000 mm de diámetro y una pendiente de 2%, ubicado a una profundidad de 1.5m.

- **Cabezales y Muros de ala en la entrada y salida**

Serán de hormigón simple con un $f'c = 180\text{kg/cm}^2$

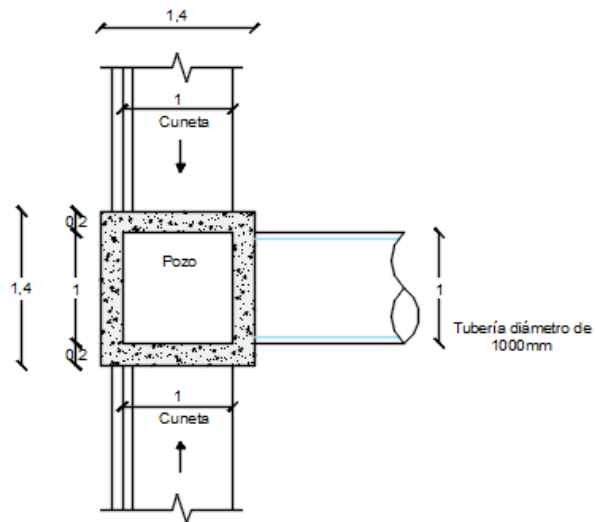
Los detalles de las alcantarillas se presentan a continuación:

Gráfica 45. Detalle de las alcantarillas



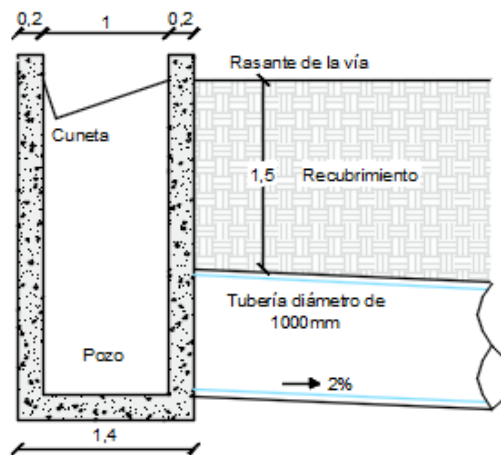
Fuente: Autora

Gráfica 46. Cajón de entrada-Vista superior



Fuente: Autora

Gráfica 47. Cajón de entrada – Vista frontal



Fuente: Autora


3.1.6.3. Ingeniería Vial y de tránsito

La señalización es el símbolo horizontal o vertical que avisa a los conductores alguna actividad o peligro.


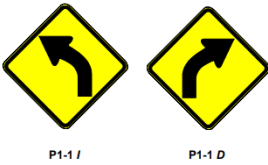
Para el presente proyecto se utiliza las señales de tránsito establecidas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 tanto para señalización horizontal como vertical.

A continuación, se presenta la señalética utiliza en el proyecto.



3.1.6.3.1. Señalización Horizontal

Señalética Horizontal			
Símbolo	Nombre	Dimensiones	Ubicación
	<p>Líneas longitudinales: Empleadas para delimitar carriles y calzadas. <i>Amarillas: eje de vía</i> <i>Blancas: borde de carril.</i></p>	<p>Ancho mínimo: 100 mm Ancho máximo: 150mm</p>	0+000 hasta 4+000

3.1.6.3.2. Señalización Vertical

Señales Regulatorias			
Símbolo	Nombre	Dimensiones	Ubicación
	Límite máximo de velocidad (R4)	600 x 600 mm	0+040 0+920 1+960 3+100 3+940 4 unidades
Señales Preventivas			
Símbolo	Nombre	Dimensiones	Ubicación
	Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D)	600 x 600 mm	0+060 0+140 0+160 0+240 1+080 1+180 1+480 1+600 1+680

			2+160 2+230 2+380 2+480 2+680 2+800 2+880 3+040 3+800 3+860 19 unidades
 P1-5I P1-5D	<i>Vía sinuosa primera izquierda (P1-5I) derecha (P1-5D)</i>	600 x 600 mm	3+340 3+460 3+530 3+660 4 unidades
 P1-6I P1-6D	<i>Curva tipo U izquierda (P1-6I) derecha (P1-6D)</i>	600 x 600 mm	0+580 0+720 2+860 2+960 4 unidades
	<i>Curva y contra curva abierta izquierda y derecha</i>	600 x 600 mm	1+420 2+600 2 unidades
	<i>Animales en la vía</i>	600 x 600 mm	1+280 1+880 3+200 3+700 4 unidades
	<i>Descenso / Ascenso pronunciado</i>	600 x 600 mm	0+460 1+040 1+120 1+380 1+660 2+260 2+660 3+620 8 unidades

Señales Informativas			
Símbolo	Nombre	Dimensiones	Ubicación
	<i>Serie de decisión de destino</i>	La letra debe ser mayor a 120 mm.	0+000 1 unidad
Señales Turísticas y de servicios			
Símbolo	Nombre	Dimensiones	Ubicación
	<i>Iglesia</i>	600 x 600 mm	0+020 1 unidad

3.1.7. Volúmenes de obra

1. Desbroce, desbosque y limpieza.

Este trabajo implica limpiar el terreno necesario para ejecutar la obra vial, eliminando árboles, arbustos, troncos y cualquier otra vegetación que se encuentre en el área de la vía. Se mide en hectáreas (Ha).

Longitud de la vía = 4000 km.

Ancho de faja = 20m.

$$\text{Área de desbroce} = \text{ancho de faja} * \text{longitud de vía}$$

$$\text{Área de desbroce} = 20m * 4000m = 80000m^2 = 8Ha.$$

2. Replanteo y nivelación

Medida en kilómetros, es la distancia total del proyecto.

$$\text{Replanteo y nivelación} = 4 \text{ km.}$$

3. Excavación sin clasificar incluye desalojo

Consiste en la excavación y desalojo del material que se encuentra durante el trabajo. Se mide en metro cúbico (m^3).

El volumen de excavación se obtiene del movimiento de tierras en el que ya está incluido el volumen de corte para cunetas.

$$\text{Volumen acumulado de corte} = 79621.47m^3$$

4. Relleno suelo natural compactado

La cantidad se obtiene del movimiento de tierras y se mide en metro cúbico (m^3).

$$\text{Volumen de relleno} = 42213.49m^3$$

5. Excavación para estructuras menores

- *Excavación para alcantarillas*

Las dimensiones de las zanjas para alcantarillas son: base de 1.4m y una profundidad de 2.5m. Se mide en metro cúbico (m^3).

Número de alcantarillas = 13 U

Longitud del área transversal = 10m.

$$\text{Volumen de corte para alcantarillas} = \text{long} * \text{base} * \text{prof} * \text{núm. de alc.}$$

$$\text{Volumen de corte para alcantarillas} = 10m * 1.4m * 2.5m * 13$$

$$\text{Volumen de corte para alcantarillas} = 455m^3$$

- *Excavación para pozos o cajón de entrada*

Considerando las dimensiones del pozo (1.4m x 1.4m con una profundidad de 2.5m), las dimensiones a excavar son 1.8m x 1.8m con una profundidad de 2.7m. Se mide en metro cúbico (m³).

Número de pozos = 13 U

$$\text{Volumen de excavación de pozos} = 1.8m * 1.8m * 2.7m = 8.75m^3$$

$$\text{Volumen total de excavación} = \text{Vol excavado} * \text{número de pozos}$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 8.75m^3 * 13 = 113.75m^3$$

- *Excavación para cabezales*

Se asume un volumen de excavación de cabezales y muros de ala de 15m³

$$\text{Volumen de cabezales} = 15m^3 * 13 \text{ alcantarillas} = 195m^3$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 455m^3 + 113.75m^3 + 195m^3$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 763.75m^3$$

6. Suministro y colocación de tubería de acero corrugado $d_{int}=1000\text{mm}$ y $e=2\text{mm}$

Suministro y colocación de alcantarillas de acero corrugado. Se mide en metro lineal (m).

$$\text{Longitud total} = 10m * 13 \text{ alcantarillas}$$

$$\text{Longitud total} = 130 \text{ m}$$

7. Relleno compactado con material propio

Volumen de relleno luego de la colocación de alcantarillas, se mide en metro cúbico (m^3).

Para determinar el volumen de relleno en alcantarillas se toman los valores anteriores de la excavación de la zanja y se resta el volumen que ocupará la alcantarilla.

$$\text{Volumen de relleno} - \text{alcantarillas} = \text{vol. zanja} - \text{vol. alcantarilla}$$

$$\text{Volumen de relleno} = (1.2m * 2.5m * 10m) - (\pi * r^2 * \text{longitud})$$

$$\text{Volumen de relleno} = (30m^3) - (\pi * 0.5^2 * 10m) = 22.15m^3$$

$$\text{Volumen de relleno total} = 22.15m^3 * 13 = 287.95 m^3$$

8. Replanto f'c = 180kg/cm² e=20cm

Hormigón utilizado en la base de las cajas recolectoras, se calcula multiplicando el área de la base de la caja por el espesor. Se mide en metro cúbico (m^3).

$$\text{Volumen replanto} = \text{área} * \text{espesor} * N^{\circ} \text{ de cajas}$$

$$\text{Volumen replanto} = 1.4m * 1.4m * 0.20m * 13$$

$$\text{Volumen replanto} = 5.10 m^3$$

9. Hormigón simple para cunetas f'c=180kg/cm²

El hormigón para las cunetas se calcula multiplicando el área de la sección transversal de la cuneta por la longitud total de la vía de los dos lados.

$$\text{Área de sección transversal de la cuneta} = 0.127 m^2$$

Longitud de la vía = 4000 m.

$$\text{Volumen hormigón} = 0.127m^2 * 2 * 4000m$$

$$\text{Volumen hormigón} = 1016\text{m}^3$$

10. Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (para cajones de entrada)

El hormigón a utilizarse para construir el cajón de entrada, se calcula multiplicando el área de la sección transversal por la altura.

$$\text{Volumen hormigón} = \text{área de la sección transversal} * \text{altura} * \# \text{ de alcant.}$$

$$\text{Volumen hormigón} = 0.96\text{m}^2 * 2.50\text{m} * 13$$

$$\text{Volumen hormigón} = 31.2 \text{ m}^3$$

11. Hormigón ciclópeo 60% H.S $f'c=180\text{kg/cm}^2$ + 40% piedra (para muros cabezales).

Se mide en metro cúbico (m^3), se calcula multiplicando el volumen del muro cabezal por el número de cabezales.

$$\text{Volumen hormigón ciclópeo} = \text{vol. del muro cabezal} * \text{número de cabezales}$$

$$\text{Volumen hormigón ciclópeo} = 1.04\text{m}^3 * 13$$

$$\text{Volumen hormigón ciclópeo} = 13.52 \text{ m}^3$$

12. Suministro y colocación de Subbase clase 3

Este trabajo implica la colocación de un capa granular clase 3. Se mide en metro cúbico (m^3).

Factor de sobre ancho= 1.10

Factor de esponjamiento = 1.20

$$\text{Vol. sub - base} = \text{long. vía} * \text{ancho de carril - berma} * \text{espesor de capa}$$

$$\text{Vol. sub - base} = 4000\text{m} * 7.2\text{m} * 0.10\text{m} = 2880\text{m}^3$$

$$\text{Vol. sub - base} = 2880\text{m}^3 * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen de Sub base clase 3} = 3801.6\text{m}^3$$

13. Suministro y colocación de Base clase 4

Este trabajo implica la colocación de una capa base granular clase 4. Se mide en metro cúbico (m^3).

Factor de sobre ancho= 1.10

Factor de esponjamiento = 1.20

$$\text{Vol. base} = \text{long. proyecto} * \text{ancho de carril - berma} * \text{espesor de capa}$$

$$\text{Vol. base} = 4000\text{m} * 7.2\text{m} * 0.10\text{m} = 2880\text{m}^3$$

$$\text{Vol. base} = 2880\text{m}^3 * 1.10 * 1.20$$

$$\text{Volumen de Base clase 4} = 3801.6\text{m}^3$$

14. Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e=5cm incluye imprimación

Este trabajo consiste en la colocación de la capa de rodadura de hormigón asfáltico. Se mide en metro cúbico (m^2).

Factor de sobre ancho= 1.10

$$\text{Área del asfalto} = \text{long. proyecto} * \text{ancho transversal de la vía}$$

$$\text{Área del asfalto} = 4000\text{m} * 7.2\text{m}$$

$$\text{Área del asfalto} = 28800\text{m}^2$$

$$\text{Área del asfalto} = 28800\text{m}^2 * 1.10$$

$$\text{Área del asfalto} = 31680\text{m}^2$$

15. Señalización vertical - Regulatorias

Implica la colocación de placas con simbología en postes alado de la vía. Este rubro se mide en unidades (u).

$$Total = 5 \text{ unidades}$$

16. Señalización vertical - Preventivas

Implica la colocación de placas con simbología en postes alado de la vía. Este rubro se mide en unidades (u).

$$Total = 41 \text{ unidades}$$

17. Señalización vertical - Informativas

Implica la colocación de placas con simbología en postes alado de la vía. Este rubro se mide en unidades (u).

$$Total = 1 \text{ unidades}$$

18. Señalización vertical -Turísticas y de servicio

Implica la colocación de placas con simbología en postes alado de la vía. Este rubro se mide en unidades (u).

$$Total = 1 \text{ unidades}$$

19. Señalización horizontal

Aplicación de marcas de pintura reflectiva, sobre el pavimento terminado. Se mide en metro lineal (m).

$$Longitud \text{ de líneas} = \text{long. proyecto} * \# \text{ de líneas}$$

$$Longitud \text{ de líneas} = 4000m * 3 = 12000m$$

$$Longitud \text{ de líneas} = 12km$$

20. Suministro y colocación de guardavías metálicas dobles

Colocación de barandas de seguridad para garantizar la seguridad vial en los conductores.

Longitud de barandas = 1000m

21. Tachas reflectivas

Las tachas reflectivas se colocan en la superficie del pavimento y delimitan el eje y carriles de la vía, brindando mejor visibilidad a los usuarios de la misma. Se cuantifica en unidades.

En tramos rectos de más de 1km las tachas van cada 36m mientras que en tramos menores a 1km van cada 24m, en curvas dependen del radio. Para el proyecto se ha estimado 700 tachas.

Total = 700 unidades

22. Chevronees direccionales

Los chevronees direccionales se ubican en tramos específicos de la vía. Estas señales son de color amarillo en el fondo y la flecha de color negro. Se cuantifica en unidades.

Total = 500 unidades

23. Charlas de seguridad industrial

Realizar charlas, diálogos acerca de la seguridad industrial, técnicas, manejo de equipos, etc.

Para el presente proyecto se realizarán 3 charlas.

24. Señalética preventiva

Colocación de carteles que indican que se está realizando una obra. Se cuantifica en unidades.

Para el proyecto se considera la siguiente señalética:

Hombre trabajando

Maquinaria en la vía

$$Total = 4 \text{ unidades}$$

25. Agua para control de polvo

Suministrar agua mediante un tanquero, para controlar el polvo que se genera por los trabajos en la vía. Se mide en metros cúbicos (m^3).

$$Superficie = Longitud * ancho$$

$$Superficie = 4000m * 7.2m$$

$$Superficie = 28800 \text{ m}^2$$

$$Volumen - agua = 28800 \text{ m}^2 * 0.8 \text{ lts/m}^2$$

$$Volumen - agua = 23040 \text{ lts}$$

$$Volumen - agua = 23.04 \text{ m}^3$$

Para el proyecto se considera 24 m^3 de agua.

26. Letrero informativo de obra

En todo proyecto se debe colocar un letrero con la información de la obra (nombre, contratista, fiscalizador, plazo, etc.). Se cuantifica en unidades.

$$Total = 1 \text{ unidad}$$

27. Suministro, plantación y conservación de plantas ornamentales

Plantar y conservar árboles, proporcionándole el cuidado respectivo hasta la recepción definitiva de los trabajos. Se cuantifica en unidades.

Total = 5 unidades



28. Limpieza general de la obra

Se debe realizar una limpieza de la obra cada cierto tiempo, con la finalidad de mitigar en lo posible el impacto ambiental. Se cuantifica en metros cuadrados (m²)

Área = 4000m²

3.1.8. Presupuesto referencial

Tabla 91. Presupuesto Referencial del proyecto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
Proyecto:	Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua				
Ubicación:	Parroquia San Fernando	Cantón:	Ambato		
Elaborado:	Erika Moreta	Provincia:	Tungurahua		
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.Total
Movimiento de Tierras					
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	8.00	533.69	4269.53
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	km	4.00	292.67	1170.66
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m ³	79621.47	3.74	297804.31
4	Relleno suelo natural compactado	m ³	42213.49	5.01	211348.11
Instalación de drenaje					
5	Excavación para estructuras menores (alcantarillas)	m ³	763.75	2.61	1995.42
6	Suministro y colocación de tubería de acero corrugado dint =1000mm y e= 2mm	m	130.00	161.55	21001.09
7	Relleno compactado con material propio (alcantarillas)	m ³	287.95	6.44	1853.08
8	Replanteo f _c = 140kg/cm ² para base de cajas recolectoras e=20cm	m ³	5.10	106.82	544.77
9	Hormigón simple f _c =180kg/cm ² (para cunetas)	m ³	1016.00	139.78	142013.32
10	Hormigón simple f _c =210kg/cm ² (para cajones de entrada)	m ³	31.20	148.08	4620.21
11	Hormigón ciclópeo 60% H.S f _c =180kg/cm ² + 40% piedra (para muros cabezales)	m ³	13.52	99.83	1349.75
Estructuras del pavimento					
12	Suministro y colocación de subbase clase 3	m ³	3801.60	11.58	44007.43
13	Suministro y colocación de base clase 4	m ³	3801.60	13.99	53188.30
14	Carpeta asfáltica mezclada en planta e=5cm	m ²	31680.00	10.90	345407.42
Señalética					
15	Señalética vertical - Regulatoria	u	5.00	45.09	225.46
16	Señalética vertical - Preventiva	u	41.00	67.00	2746.86
17	Señalética vertical - Informativa	u	1.00	26.15	26.15
18	Señalética vertical - Turística y de servicio	u	1.00	44.85	44.85
19	Señalética horizontal	Km	12.00	452.35	5428.16
20	Suministro y colocación de guardavías metálicas dobles	m	1000.00	98.38	98380.37
21	Tachas reflectivas	u	700.00	6.42	4492.06
22	Chevrone direccionales	u	500.00	155.42	77711.83
Prevención y mitigación de impactos ambientales					
23	Charlas de seguridad industrial	u	3.00	51.75	155.25
24	Señalética preventiva	u	4.00	83.07	332.29
25	Agua para control de polvo	m ³	24.00	4.07	97.62
26	Letrero de la obra	u	1.00	47.99	47.99
27	Suministro, plantación y conservación de plantas ornamentales	u	5.00	6.41	32.04
28	Limpieza general de la obra	m ²	4000.00	0.96	3838.57
Presupuesto Referencial					1324132.91
12% IVA					158895.95
TOTAL					1483028.86

SON:

Un millón cuatrocientos ochenta y tres mil veinte y ocho dólares, 86/100 centavos

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021

Fuente: Autora

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Se realizó el levantamiento topográfico desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 de la vía Calamaca – Chiquiurco, con una faja de 30m a cada lado del eje, identificando la topografía del sitio como montañoso y estableciendo las características del área del terreno, como pendientes, depresiones, variaciones, estructuras existentes y cursos de agua, detalles que son necesarios para el adecuado diseño geométrico de la vía y sus componentes.
2. Al realizar el conteo manual de vehículos en la vía se constató que existe mayor circulación de vehículos livianos y muy pocos vehículos pesados, obteniendo así un Tráfico Promedio Diario Anual TPDA de 126 vehículos/día en el presente año y de 230 vehículos/día para el año 2041, clasificándole a la vía como un camino vecinal clase IV conforme lo indica la Norma de Diseño Geométrico de carreteras MTOP 2003.
3. Mediante el estudio de suelos se determinó que el tipo de suelo predominante a lo largo de la vía es Arena mal graduada, de acuerdo a la clasificación SUCS y por medio de los ensayos CBR se estableció la capacidad portante del suelo, obteniendo un CBR de diseño de 13.5%, el cual clasifica a la subrasante del proyecto de regular a buena, por lo que no se considerará un mejoramiento de la subrasante.
4. El diseño geométrico horizontal se realizó tomando en cuenta las condiciones existentes de la vía y su topografía, para lo cual, y según la velocidad de diseño de 50 km/h y peralte del 8% se ha estimado un radio mínimo de curvatura de

75 m, no obstante, en tramos desfavorables se presentan radios menores a los mínimos debido al relieve montañoso y accidentado.

5. En el diseño geométrico vertical se ha establecido como gradiente longitudinal máxima 8% pero debido a las limitaciones topográficas se utilizó gradientes longitudinales mayores, siendo la máxima 11.84%, mientras que la gradiente longitudinal mínima es de 1.56%.
6. La sección transversal de la vía de acuerdo a su clasificación, está conformada por un ancho de calzada de 6m con dos carriles de circulación de 3m cada uno y con una pendiente transversal del 2%. Cuenta además con espaldones de 0.60m, cunetas de 1m de ancho y en curvas, un sobreebanco de 0.30m.
7. El diseño del pavimento flexible se realizó aplicando el Método AASHTO 93 con lo que se obtiene los espesores para cada capa del pavimento, para el proyecto se propone una estructura del pavimento de 25cm de espesor, conformada por una Subbase clase III de 10cm, Base clase IV de 10cm y una Carpeta asfáltica de 5cm de espesor.
8. El diseño de las obras de drenaje está en función de los datos y registros de la estación pluviométrica M0066 Ambato Aeropuerto al ser la más cercana a la vía, con lo cual se determinó las intensidades máximas en la zona, datos requeridos para el diseño de drenaje longitudinal y transversal.
9. Para el drenaje longitudinal se propone cunetas de hormigón simple de sección triangular con dimensiones de 1m de ancho y 0.30m de calado cumpliendo con los caudales y las velocidades requeridas. Mientras que para el drenaje transversal se emplean 13 alcantarillas de acero corrugado con un diámetro de 1000 mm.
10. El presupuesto referencial determinado para el proyecto es de \$1'483,028.86, de acuerdo a los rubros establecidos siendo el movimiento de tierras el valor más representativo, ya que su monto asciende a \$514,592.61. Para elaborar el

presupuesto se han tomado los valores, tarifas, jornadas y precios actualizados de acuerdo a las entidades correspondientes.

4.2. Recomendaciones

1. Realizar charlas informativas con las autoridades de la parroquia y moradores del sector acerca del proyecto y las actividades que éste conlleva, como son el levantamiento topográfico, conteo vehicular y obtención de muestras de suelo, con la finalidad de evitar inconvenientes y confusión en los habitantes.
2. El diseño de la vía debe obedecer los parámetros, características y valores máximos y mínimos recomendados por las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003, Normas NEVI-12 y las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.
3. Darle un debido mantenimiento a la vía, verificando el estado de la calzada, retirando derrumbes u obstáculos sobre la misma, y realizando reparaciones de fallas que puedan presentarse, conservando así, la vida útil del pavimento y brindando una circulación segura y adecuada a sus usuarios.
4. Es necesario realizar mantenimientos periódicos en las obras de drenaje, limpieza y retiro de basura, escombros, obstáculos, vegetación, etc., permitiendo el adecuado flujo del agua a través de las mismas, así como también realizar reparaciones y pintar las señaléticas horizontales y verticales que sean necesarias.
5. Elaborar un estudio del Impacto Ambiental, estableciendo las medidas y acciones de mitigación para reducir los impactos negativos que genera el proyecto vial y evitar daños mayores al medio ambiente.

6. Disponer de un sitio adecuado y autorizado para depositar los materiales sobrantes del movimiento de tierras y de la obra en general.

7. Debido a la topografía del terreno y a los movimientos de tierra, se recomienda realizar estudios de estabilización de taludes para evitar posibles derrumbes o afectaciones en la vía.

MATERIALES DE REFERENCIA

4.3. Bibliografía

- [1] J. M. Coronado Tordesillas y M. Garmendía Antín, «Carreteras - Planeamiento. Algunas claves de la evolución histórica de una relación imperfecta.,» *CIUDADES: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid*, nº 11, pp. 33-51, 2008.
- [2] J. Montaña de León, D. Zúñiga de León y A. Rodríguez Esparza, «Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras,» *Culcyt Vías Terrestres*, vol. 12, nº 57, pp. 42-52, 2015.
- [3] M. P. Arroyave, C. Gómez, M. E. Gutiérrez, D. P. Múnera, P. A. Zapata, I. C. Vergara, L. M. Andrade y K. C. Ramos, «Impactos de las carreteras sobre la Fauna Silvestre y sus principales medidas de manejo,» *EIA: Escuela de Ingeniería de Antioquía, Medellín*, nº 5, pp. 45-57, 2006.
- [4] M. d. T. y. O. P. MTOP, Plan Estratégico de Movilidad 2013-2037, 2016.
- [5] A. 2014-2019, Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural "San Fernando", 2014.
- [6] J. R. Quintero González y L. E. Quintero González, «El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano,» *Ingeniería y Región*, vol. 2, nº 14, pp. 87-97, 2015.
- [7] M. d. T. y. O. Públicas, Norma para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP, 2012.
- [8] R. Torres Trujillo, «El modelo peruano para el desarrollo de caminos rurales,» *Revista de Ingeniería*, nº 45, pp. 40-51, 2017.
- [9] C. A. Murillo, «Desafíos para el desarrollo de la red vial terciaria en el posconflicto,» *Revista de Ingeniería*, nº 45, pp. 32-38, 2017.
- [10] MTOP, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.
- [11] W. Muñoz Prieto, Diseño geométrico de vías con aplicaciones básicas en Excel y Autocad, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012.

- [12] J. Cárdenas Grisales, *Diseño geométrico de carreteras*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [13] Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD, Quito, 2019.
- [14] E. Priego de los Santos, *Topografía Instrumentación y observaciones topográficas*, Valencia: Universitat Politècnica de València, 2015.
- [15] O. Del Río Santana, A. T. Espinoza Fraire, J. A. Sáenz Esqueda y F. Martínez Cortés, «Levantamientos topográficos con Drones,» *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, vol. 1, n° 5, pp. 15-19, 2019.
- [16] D. Alcántara García, *Topografía y sus aplicaciones*, Ciudad de México: Compañía Editorial Continental, 2014.
- [17] C. A. Leiva González, *Determinación de modelos de predicción espacial de la variable ondulación geoidal, para la zona urbana del cantón Quito y la zona rural del cantón Guayaquil, utilizando técnicas geoestadísticas.*, Quito, 2014.
- [18] J. Moya Zamora y B. Cedeño Montoya, «Conceptos básicos en Geodesia como insumo para un tratamiento adecuado de la información geoespacial,» *Revista Geográfica de América Central*, vol. 1, n° 58, pp. 51-78, 2017.
- [19] S. Ibáñez Asensio, J. M. Gisbert Blanquer y H. Moreno Ramón, *El sistema de coordenadas UTM*, Valencia: Universidad Politècnica de Valencia.
- [20] A. García Martín, M. Rosique Campoy y M. Torres Picazo, *Topografía*, Cartagena: RAI Ediciones, 2014.
- [21] L. Casanova Matera, *Topografía plana*, Mérida: Universidad de los Andes, 2002.
- [22] R. Pachas, «El levantamiento topográfico: uso del GPS y Estación Total,» *ACADEMIA*, vol. 8, n° 16, pp. 29-45, 2009.
- [23] M. R. Ferreira y V. G. Aira, «Aplicaciones topográficas de los drones».
- [24] L. Lazo Margáin y G. Sánchez Ángeles, *Una Fisonomía de la Ingeniería de Tránsito*, México D.F.: Librero Editor, 1981.
- [25] J. R. Quintero González, «Del conceto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible,» *Revista Ambiente y Desarrollo*, vol. 21, n° 40, pp. 57-72, 2017.

- [26] C. Crespo Villalaz, Mecánica de suelos y cimentaciones, Ciudad de México: Limusa, 2004.
- [27] B. Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, México D.F.: Thomson Learning, 2001.
- [28] L. Bañón Blázquez y J. Beviá García, Manual de carreteras - Construcción y Mantenimiento, 2000.
- [29] U. A. d. Guerreo, Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos, México D.F..
- [30] L. Pérez Maldonado, Mecánica de Suelos II, Ambato.
- [31] S.-S. I. d. l. s. d. a. p. y. alcantarillado, Criterios y Lineamientos técnicos para factibilidades en la A.M.G, Jalisco, 2014.
- [32] E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos Tomo 1 - Fundamentos de la Mecánica de Suelos, México D.F.: Limusa, 2005.
- [33] J. C. Guerra Torralbo, Mecánica de suelos - Conceptos básicos y aplicaciones, Madrid: Dextra Editorial, 2018.
- [34] R. Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropistas, Caracas: Librería EL ATENEO Editorial, 1963.
- [35] J. J. Agudelo Ospina, Diseño Geométrico de Vías, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [36] M. Berardo, A. Baruzzi, O. Dapás, R. Freire, M. Tartabini y G. Vanoli, Manual de Diseño Geométrico Vial - Tomo 1, Córdoba: Editorial Brujas, 2014.
- [37] P. A. Chocontá Rojas, Diseño Geométrico de Vías - Segunda edición, Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería, 2004.
- [38] H. A. Rondón Quintana y F. A. Reyes Lizcano, Pavimentos: Materiales, construcción y diseño, Bogotá: ECOE Ediciones, 2015.
- [39] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de Pavimentos, Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Ediciones y Publicaciones, 1997.
- [40] Pavimentos, Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, 2004.
- [41] I. E. d. N. INEN, Señalización Vial: vertical y horizontal, Quito, 2011.

[42] A. Varela y S. Ron, «BIOWEB,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 23 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>. [Último acceso: 25 Julio 2021].

4.4. Anexos

ANEXO A.

Materiales y Equipos

MATERIALES



Anexo A-1. Estacas de madera



Anexo A-2. Pintura en aerosol



Anexo A-3. Libreta de campo



Anexo A-4. Azadón, barra y pala



Anexo A-5. Lonas o sacos



Anexo A-6. Muestra de suelo

EQUIPOS



Anexo A-7. Estación total



Anexo A-8. GPS



Anexo A-9. Flexómetro



Anexo A-10. Prisma



Anexo A-11. Trípode



Anexo A-12. Equipo de protección

EQUIPOS



Anexo A-13. Computadora



Anexo A-14. Recipientes metálicos



Anexo A-15. Horno



Anexo A-16. Balanza electrónica



Anexo A-17. Tamices redondos y cuadrados



Anexo A-18. Tamizadora eléctrica

EQUIPOS



Anexo A-19. Copa de Casa Grande



Anexo A-20. Ranurador



Anexo A-21. Recipiente de porcelana



Anexo A-22. Espátula



Anexo A-23. Superficie de vidrio



Anexo A-24. Recipientes pequeños

EQUIPOS



Anexo A-25. Molde



Anexo A-26. Martillo



Anexo A-27. Probeta



Anexo A-28. Enrazador



Anexo A-29. Pesas



Anexo A-30. Máquina CBR

ANEXO B. Levantamiento topográfico

PUNTOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO					PUNTOS LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	9858964	742719	3478	EI	76	9859115	742599.41	3471.156	Via
2	9859012	742728	3481	PR	77	9859113.3	742590.4	3471.176	Via
3	9858964.5	742724.32	3478.283	Eje	78	9859114.7	742655.4	3483.832	Franja
4	9858964.8	742729.3	3478.435	Via	79	9859107.5	742586.67	3471.073	Eje
5	9858962	742719.94	3477.982	Via	80	9859109.1	742580.28	3471.082	Via
6	9858960.1	742712.25	3477.935	Franja	81	9859102.2	742585.33	3471.094	Via
7	9858989.2	742716.06	3478.401	Eje	82	9859116	742630.45	3473.401	Franja
8	9858990	742722.54	3478.939	Via	83	9859095	742568.87	3470.821	Eje
9	9858988.8	742712.17	3478.434	Via	84	9859101	742570.24	3471.225	Via
10	9858982.5	742703.35	3478.415	Franja	85	9859089.4	742564.97	3470.698	Via
11	9858967.3	742730.48	3481.437	Franja	86	9859121.1	742616.91	3471.231	Franja
12	9859001.3	742712.21	3478.083	Eje	87	9859087.4	742553.18	3470.609	Via
13	9859009	742715.02	3478.427	Via	88	9859079.6	742566.04	3470.39	Franja
14	9858986.3	742708.96	3478.473	Iglesia	89	9859083.2	742553.29	3470.262	Eje
15	9859005.2	742707.5	3477.87	Via	90	9859077.2	742543.81	3470.081	Via
16	9859023	742710.36	3477.358	Via	91	9859075.2	742548.97	3470.154	Via
17	9859027.7	742704.56	3477.119	Eje	92	9859074.1	742560.42	3470.226	Casa
18	9859000.2	742722.99	3483.709	Franja	93	9859099.3	742560.67	3471.744	Franja
19	9859007.6	742721.18	3483.475	Franja	94	9859070.2	742539.4	3469.642	Eje
20	9859046.2	742698.83	3476.451	Eje	95	9859061.4	742524.76	3469.209	Via
21	9859044.2	742704.99	3476.868	Via	96	9859078.5	742553.4	3470.433	Casa
22	9859023.8	742714.77	3482.462	Franja	97	9859059.2	742530.28	3469.292	Via
23	9859036.3	742686.6	3476.394	Franja	98	9859046.2	742506.02	3468.197	Via
24	9859040.6	742697.37	3476.615	Via	99	9859050.2	742515.08	3468.535	Eje
25	9859049	742703.04	3476.839	Via	100	9859044.1	742510.14	3468.241	Via
26	9859045	742708.46	3482.591	Franja	101	9859093	742548.92	3477.845	Franja
27	9859053.5	742684.72	3475.261	Franja	102	9859036.6	742492.32	3467.312	Via
28	9859056.2	742695.49	3476.233	Eje	103	9859085.1	742539.61	3478.8	Franja
29	9859056.3	742700.85	3476.375	Via	104	9859033.8	742499.72	3467.451	Franja
30	9859058.6	742690.84	3476.133	Via	105	9859036.7	742496.18	3467.396	Eje
31	9859066.9	742689.63	3476.078	Eje	106	9859076	742534.89	3477.819	Franja
32	9859066.1	742700.57	3477.242	Via	107	9859079.6	742530.02	3480.135	Franja
33	9859066.3	742686.08	3476.034	Via	108	9859073.6	742521.43	3479.791	Franja
34	9859069	742678.07	3475.776	Franja	109	9859006.2	742451.12	3465.381	E4
35	9859071.4	742684.27	3476.089	Eje	110	9859030.9	742491.2	3467.033	Via
36	9859070.6	742692.91	3476.409	Via	111	9859034.7	742489.37	3467.061	Via
37	9859070.4	742681.98	3476.019	Via	112	9859028	742481.44	3466.518	Eje
38	9859078	742679.51	3475.778	Via	113	9859020.5	742479.71	3464.477	Franja
39	9859076	742675.48	3475.687	Eje	114	9859056.4	742530.12	3469.205	Casa
40	9859074.2	742675.1	3475.646	E2	115	9859052.8	742524.04	3468.945	Casa
41	9859068	742696.9	3476.522	Via	116	9859003.3	742460.17	3462.793	Franja
42	9859058.8	742705.03	3476.663	Franja	117	9859024.5	742471.53	3466.253	Via
43	9859064.5	742705.32	3476.869	Via	118	9859018.4	742470.55	3466.034	Via
44	9859060	742710.08	3477.5	Franja	119	9859016.9	742463.5	3465.66	Eje
45	9859063.5	742712.24	3477.958	Via	120	9859011.7	742454.77	3465.612	Via
46	9859063.3	742740.97	3488.944	Franja	121	9859006.4	742457.25	3465.42	Via
47	9859067.7	742724.83	3480.828	Franja	122	9859034.3	742475.88	3473.725	Franja
48	9859077.9	742679.81	3475.765	Via	123	9859033.9	742473.32	3474.782	Franja
49	9859069.2	742657.93	3473.843	Franja	124	9858999.6	742447.78	3465.073	Eje
50	9859081.6	742661.95	3474.993	Eje	125	9859000.1	742444.97	3465.02	Via
51	9859082.8	742667.61	3475.203	Eje	126	9859042.3	742489.29	3475.671	Franja
52	9859081.3	742655.02	3474.673	Via	127	9858988.9	742448.59	3463.083	Franja
53	9859070.7	742696.66	3476.162	Franja	128	9858983.9	742440.25	3464.417	Via
54	9859082.2	742636.48	3472.501	Franja	129	9858981.3	742432.57	3464.094	Via
55	9859088.7	742646.96	3474.127	Eje	130	9858971.4	742429.73	3463.662	Eje
56	9859083.4	742668.79	3474.747	Franja	131	9858962.4	742430.17	3465.885	Franja
57	9859094.2	742655.25	3478.593	Franja	132	9858961.8	742421.19	3463.08	Via
58	9859091.4	742649.16	3474.141	Via	133	9858949.7	742419.61	3462.668	Via
59	9859090.4	742638.4	3473.56	Via	134	9858972.9	742436.99	3465.609	Franja
60	9859098.9	742637.34	3472.87	Via	135	9858999	742434.26	3474.235	Franja
61	9859107.6	742622.38	3471.691	Via	136	9858940	742411.25	3461.985	Eje
62	9859099.5	742629.92	3472.338	Eje	137	9858934.2	742405.71	3461.564	Via
63	9859107.6	742622.41	3471.669	Via	138	9858923.8	742405.78	3460.92	Via
64	9859100.1	742622.8	3471.86	Via	139	9858918.8	742399.9	3460.593	Eje
65	9859106	742614.26	3471.353	Eje	140	9858914.8	742394.49	3460.126	Via
66	9859112	742604.72	3471.218	Via	141	9858907	742396.51	3459.901	casa
67	9859117.9	742597.99	3471.224	E3	142	9858897.6	742390.14	3459.187	Via
68	9859104.2	742612.58	3471.347	Via	143	9858893.3	742381.28	3458.586	Via
69	9859095.6	742620.21	3469.999	Franja	144	9858882.4	742377.83	3457.751	Eje
70	9859113.7	742608.11	3471.323	Via	145	9858874.9	742376.22	3457.581	Taq
71	9859105.6	742607.01	3471.27	Via	146	9858877.1	742370.95	3457.748	Via
72	9859110	742600.09	3471.101	Eje	147	9858866.4	742372.69	3456.48	Via
73	9859106.7	742596.99	3471.103	Via	148	9858860.1	742367.02	3455.397	Eje
74	9859086	742583.1	3469.48	Franja	149	9858855.7	742361.5	3454.712	Via
75	9859107.2	742657.82	3482.49	Franja	150	9858907.5	742394.49	3459.851	E5

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
151	9858850.3	742364.23	3454.548	Via	226	9858767.1	742286.39	3440.855	Franja
152	9858847.3	742355.52	3453.792	Via	227	9858817.7	742281.06	3461.477	Franja
153	9858838.6	742350.71	3452.58	Eje	228	9858790.6	742274.83	3442.431	Franja
154	9858831.5	742345.63	3451.486	Via	229	9858818.3	742275.92	3458.888	Franja
155	9858922.2	742412.08	3462.24	Franja	230	9858800.7	742265.64	3440.366	Franja
156	9858961.6	742408.69	3477.1	Franja	231	9858821.8	742269.37	3457.21	Franja
157	9858955.4	742402.89	3477.957	Franja	232	9858809.1	742255.87	3440.269	Franja
158	9858939.1	742416.96	3464.785	Franja	233	9858822.9	742264.33	3456.082	Franja
159	9858947.8	742420.33	3464.926	Franja	234	9858815.6	742247.62	3439.18	Franja
160	9858910.8	742382.42	3471.105	Franja	235	9858825.3	742241.8	3436.788	Franja
161	9858897.8	742402.47	3458.192	Franja	236	9858835.9	742236.2	3438.027	E8
162	9858901.8	742377.39	3469.216	Franja	237	9858831.1	742245.64	3437.615	Via
163	9858886.5	742390.51	3458.226	Franja	238	9858840.6	742237.43	3436.253	Via
164	9858884.9	742365.99	3468.228	Franja	239	9858834.2	742241.71	3437.131	Eje
165	9858879.7	742360.38	3469.39	Franja	240	9858845.1	742238.96	3435.624	Via
166	9858879.5	742383.85	3458.979	Franja	241	9858854.6	742233.23	3434.446	Via
167	9858879.9	742355.08	3473.011	Franja	242	9858873.9	742230.7	3431.883	Eje
168	9858874.8	742354.63	3471.726	Franja	243	9858865	742234.75	3433.044	Via
169	9858874.1	742355.16	3471.432	Franja	244	9858878.5	742228.27	3431.353	Via
170	9858871.1	742354.97	3470.157	Franja	245	9858884.2	742230.91	3430.521	Via
171	9858873.2	742353.1	3471.591	Franja	246	9858855.8	742229.24	3434.298	Franja
172	9858867.4	742355.15	3468.494	Franja	247	9858893.9	742225.04	3429.273	Via
173	9858861.5	742356.71	3465.299	Franja	248	9858901	742226.89	3428.273	Via
174	9858838.1	742356.39	3453.905	E6	249	9858897.3	742225.58	3428.766	Eje
175	9858843.5	742340.58	3461.033	Franja	250	9858875	742226.26	3432.14	Franja
176	9858862.4	742374.76	3456.708	Franja	251	9858914.7	742222.39	3426.057	Via
177	9858846.3	742333.07	3463.238	Franja	252	9858909.4	742220.72	3426.811	Via
178	9858845.6	742322.1	3466.688	Franja	253	9858893.3	742222.31	3429.488	Franja
179	9858832.6	742374.99	3444.059	Franja	254	9858830.5	742264.87	3460.003	Franja
180	9858838.2	742310.15	3467.236	Franja	255	9858921.3	742218.4	3424.897	Eje
181	9858823.9	742356.55	3445.156	Franja	256	9858930.3	742217.14	3423.605	Via
182	9858833.3	742314.81	3463.432	Franja	257	9858927.4	742213.57	3424.318	E9
183	9858829.8	742300.13	3466.08	Franja	258	9858847.6	742258.57	3462.29	Franja
184	9858823.9	742344.51	3449.232	Franja	259	9858933.8	742215.61	3423.14	Via
185	9858825.8	742290.47	3467.066	Franja	260	9858940.6	742209.25	3422.053	Via
186	9858822.5	742283.1	3466.461	Franja	261	9858948.3	742210.16	3421.041	Via
187	9858818.8	742287.92	3464.51	Franja	262	9858946.2	742208.71	3421.246	Eje
188	9858815.6	742291.96	3460.451	Franja	263	9858962.7	742202.09	3419.183	Via
189	9858815.6	742291.97	3460.443	Franja	264	9858965.2	742196.5	3418.878	Via
190	9858826	742337.52	3450.307	Via	265	9858977.6	742193.66	3417.589	Via
191	9858830	742340.78	3450.782	Eje	266	9858980.1	742189.35	3417.312	Eje
192	9858838.1	742346.75	3452.037	Via	267	9858993	742184.21	3416.171	Via
193	9858823	742330.2	3449.465	Eje	268	9858989.5	742182	3416.454	Via
194	9858813.7	742320.38	3448.237	Via	269	9859001.3	742179.43	3415.275	Via
195	9858809.9	742307.25	3447.206	Via	270	9858999	742178.14	3415.426	Eje
196	9858804.7	742308.09	3447.117	Via	271	9859008.4	742175.39	3414.384	Via
197	9858802.8	742301.48	3446.438	Eje	272	9859008.5	742175.35	3414.381	Via
198	9858804.3	742298.99	3446.277	Via	273	9858916.5	742214.14	3425.673	Franja
199	9858795.2	742295.2	3446.096	Via	274	9858883.2	742250.87	3453.267	Franja
200	9858796.4	742288.63	3445.28	Eje	275	9858892.9	742245.33	3447.989	Franja
201	9858801	742292.48	3445.594	Via	276	9858946	742203.23	3421.259	Franja
202	9858793.6	742286.85	3445.385	Eje	277	9858902.8	742244.9	3445.984	Franja
203	9858820.4	742308.34	3458.421	Franja	278	9858961.7	742196.42	3419.481	Franja
204	9858825.3	742318.51	3457.94	Franja	279	9858918.3	742244.95	3444.931	Franja
205	9858812.1	742293.13	3458.16	Franja	280	9858961.9	742196.17	3419.372	Franja
206	9858789	742289.5	3446.922	E7	281	9858933.9	742243.1	3440.347	Franja
207	9858813	742288.09	3460.397	Franja	282	9858962.1	742245.41	3439.337	Franja
208	9858807.3	742288.78	3456.51	Franja	283	9858982.2	742243.03	3436.18	Franja
209	9858814.2	742333.68	3444.26	Franja	284	9858986.8	742225.27	3430.324	Franja
210	9858810.8	742284.25	3458.608	Franja	285	9858995.5	742215.93	3428.44	Franja
211	9858808.3	742285.3	3457.588	Franja	286	9858999.5	742219.13	3429.425	Casa
212	9858805.9	742317.32	3444.643	Franja	287	9859000.4	742170.82	3418.134	E10
213	9858800.9	742290.29	3445.277	Via	288	9858928.1	742189.02	3415.597	Franja
214	9858797	742284.02	3444.756	Eje	289	9859008.7	742210.18	3428.67	Franja
215	9858803	742279.69	3443.859	Via	290	9858967.1	742170.44	3413.853	Franja
216	9858800.3	742272.52	3443.342	Via	291	9859021.8	742201.97	3428.203	Franja
217	9858810.2	742267.4	3441.87	Via	292	9858993.4	742159.38	3414.194	Franja
218	9858811.1	742260.99	3441.204	Eje	293	9859041.8	742193.99	3428.866	Franja
219	9858817.6	742257.21	3440.074	Via	294	9859009	742176.1	3414.423	Via
220	9858822.6	742247.16	3438.927	Via	295	9859013	742171.27	3414.049	Via
221	9858829.9	742244.05	3437.669	Eje	296	9859023.1	742172.88	3412.899	Via
222	9858826.7	742249.13	3438.385	Via	297	9859026.5	742170.02	3412.549	EJE
223	9858835	742239.67	3436.977	Via	298	9859045.2	742185.71	3426.171	Franja
224	9858788.3	742302.63	3441.272	Franja	299	9859026.7	742168.22	3412.732	Via
225	9858815.6	742285.12	3461.702	Franja	300	9859040.7	742170.56	3411.058	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
301	9859047.2	742167.9	3410.422	EJE
302	9859051	742179.48	3421.236	Franja
303	9859050.8	742169.51	3410.138	Via
304	9859063.6	742164.09	3408.81	Via
305	9859054.4	742179.71	3421.083	Franja
306	9859063.6	742164.09	3408.798	Via
307	9859018.8	742161.2	3409.638	Franja
308	9859078.7	742163.36	3407.071	EJE
309	9859088.1	742164.16	3406.178	Via
310	9859050.9	742164.15	3410.707	Franja
311	9859079	742161.6	3407.091	E11
312	9859065.2	742177.23	3416.919	Franja
313	9859066.9	742154.32	3403.783	Franja
314	9859096.2	742162.67	3405.188	Via
315	9859093.8	742158.39	3405.505	Via
316	9859061	742178.47	3419.85	Franja
317	9859116.1	742154.87	3401.594	Franja
318	9859103.4	742159.74	3404.358	EJE
319	9859107.7	742162.15	3403.891	Via
320	9859125.8	742158.58	3402.278	Via
321	9859135.4	742154.58	3400.165	Franja
322	9859084.1	742178.68	3412.836	Franja
323	9859131.7	742160.69	3401.571	EJE
324	9859149.5	742158.63	3399.517	Franja
325	9859109.4	742179.29	3412.844	Franja
326	9859119.7	742162.11	3402.709	Via
327	9859149.4	742158.76	3399.662	Franja
328	9859132	742160.76	3401.58	EJE
329	9859130	742176.99	3412.173	Franja
330	9859140.5	742159.87	3401.14	Via
331	9859144.4	742162.72	3400.558	EJE
332	9859152	742161.33	3400.013	Via
333	9859159.1	742159.02	3399.279	Franja
334	9859163.7	742160.72	3399.357	Via
335	9859150.9	742181.31	3414.002	Franja
336	9859161.1	742163.25	3399.474	EJE
337	9859172.6	742159.02	3399.131	E12
338	9859163.8	742182.43	3413.37	Eje
339	9859129.1	742162.69	3401.782	Via
340	9859162.3	742141.29	3388.854	Franja
341	9859179.5	742194.1	3420.395	Franja
342	9859137.9	742164.02	3401.051	Via
343	9859163.4	742163.19	3399.384	EJE
344	9859190	742138.71	3389.778	Franja
345	9859152	742166.07	3399.984	Via
346	9859166.3	742165.17	3399.374	Via
347	9859212.3	742184.83	3425.229	Franja
348	9859180.3	742162.17	3398.867	Via
349	9859185.5	742158.92	3398.559	EJE
350	9859188.3	742156.38	3398.538	Via
351	9859201.3	742158.61	3398.391	Via
352	9859210.5	742150.74	3398.213	Via
353	9859216.9	742151.9	3397.949	Via
354	9859219.5	742155.94	3397.749	Via
355	9859224.7	742172.16	3424.393	Franja
356	9859219	742154.04	3397.825	EJE
357	9859237.9	742155.01	3397.431	Via
358	9859247.6	742151.53	3397.329	Via
359	9859234.7	742149.19	3397.449	Via
360	9859227.5	742149.08	3397.325	Taq
361	9859255.2	742144.81	3397.336	Via
362	9859240.9	742150.58	3397.366	EJE
363	9859243.9	742144.45	3397.339	Taq
364	9859223.5	742163.68	3410.658	E13
365	9859239	742123.4	3386.828	Franja
366	9859274.2	742146.53	3414.397	Franja
367	9859243.4	742148.74	3397.4	EJE
368	9859242.8	742146.3	3397.325	Taq
369	9859255.2	742109.21	3384.557	Franja
370	9859296.4	742133.05	3416.868	Franja
371	9859252.8	742146.28	3397.342	Via
372	9859256.1	742135.09	3397.226	Via
373	9859274.4	742086.12	3381.773	Franja
374	9859270.3	742126.53	3397.113	EJE
375	9859269.6	742122.87	3397.121	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
376	9859275.7	742125.73	3397.082	Via
377	9859274.4	742086.13	3381.739	Franja
378	9859280.8	742113.73	3397.331	Via
379	9859274.4	742086.13	3381.735	Franja
380	9859286.3	742112.01	3397.481	EJE
381	9859293	742116.82	3403.557	Franja
382	9859299.1	742103.28	3398.048	Via
383	9859324.3	742137.74	3437.926	Franja
384	9859283.9	742128.53	3407.144	Franja
385	9859306.1	742064.2	3387.781	Franja
386	9859305.1	742093.45	3398.559	EJE
387	9859344.5	742111.13	3445.667	Franja
388	9859294.7	742136.04	3417.643	Franja
389	9859310.9	742083.93	3399.276	Via
390	9859306.1	742064.16	3387.772	Franja
391	9859319.4	742077.42	3399.61	EJE
392	9859359.4	742090.34	3450.408	Franja
393	9859331	742067.15	3400.418	Via
394	9859309.3	742124.66	3421.665	Franja
395	9859339	742054.81	3401.571	EJE
396	9859306.1	742064.18	3387.752	Franja
397	9859401.2	742056.26	3456.745	Franja
398	9859345.3	742044.55	3402.352	Via
399	9859359.9	742031.32	3403.287	EJE
400	9859307	742065.22	3388.794	Franja
401	9859372.3	742020.88	3404.166	Via
402	9859382	742005.76	3405.457	EJE
403	9859314.8	742114.6	3420.554	Franja
404	9859435.5	742027.97	3461.925	Franja
405	9859324.2	742047.87	3392.569	Franja
406	9859392.2	741990.83	3406.751	Via
407	9859317.7	742113.41	3423.971	Franja
408	9859408.5	741979.65	3407.576	EJE
409	9859336.3	742038.39	3394.634	Franja
410	9859413.4	741977.97	3407.658	Via
411	9859322.1	742104.98	3424.35	Franja
412	9859415.4	741973.95	3407.863	EJE
413	9859417.3	741970.02	3408.048	Via
414	9859349.8	742023.65	3396.364	Franja
415	9859323.2	742096.75	3417.306	Franja
416	9859371.7	741992.53	3398.733	Franja
417	9859437.7	741955.76	3409.107	E14
418	9859413.1	741975.91	3407.753	EJE
419	9859421.6	741972.57	3407.946	Via
420	9859426.2	741967.48	3408.139	EJE
421	9859431.9	741960.71	3408.625	Via
422	9859441.1	741960.79	3408.59	Via
423	9859444.5	741955.94	3408.794	EJE
424	9859449.6	741955.52	3408.828	Via
425	9859453.4	741948.49	3409.139	Via
426	9859458.5	741948.19	3409.154	EJE
427	9859466.4	741946.99	3409.245	Via
428	9859472.2	741942.31	3409.433	EJE
429	9859480.1	741938.29	3409.343	Via
430	9859489.4	741939.92	3409	EJE
431	9859488.1	741942.21	3409.046	VD
432	9859481	741936.84	3409.374	Taq
433	9859483.2	741924.56	3425.463	E15
434	9859434.7	741993.27	3429.289	Franja
435	9859399.7	741962.15	3404.605	Franja
436	9859471.1	741931.45	3418.381	Franja
437	9859462.7	741987.85	3430.457	Franja
438	9859408.9	741951.41	3399.211	Franja
439	9859489.6	741979.44	3429.747	Franja
440	9859432.1	741927.77	3395.842	Franja
441	9859445.4	741931.83	3402.318	Franja
442	9859498.8	741944.11	3408.095	EJE
443	9859499.6	741947.43	3407.948	Via
444	9859511.8	741953.55	3406.644	EJE
445	9859470.9	741915.06	3416.508	Franja
446	9859515	741985.47	3429.897	Franja
447	9859517.5	741959.9	3405.947	Via
448	9859515.8	741950.61	3406.483	Via
449	9859477.9	741913.53	3420.686	Franja
450	9859529.3	741965.41	3405.138	EJE

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
451	9859535.2	741967.64	3404.801	Via
452	9859537.6	741978.02	3404.198	Via
453	9859531.6	742010.16	3441.465	Franja
454	9859550	741987.22	3403.373	EJE
455	9859554.2	741993.51	3403.061	PASO A
456	9859564.9	742000.42	3402.831	PASO A
457	9859542.3	742013.03	3437.905	Franja
458	9859761.5	741987.97	3410.773	Via
459	9859573.1	741971.16	3386.379	Franja
460	9859597.7	741980.35	3388.544	Franja
461	9859626	741988.49	3391.296	Franja
462	9859656.3	742000.75	3394.01	Franja
463	9859763.5	741989.32	3410.745	EJE
464	9859766.1	741989.7	3411.107	ALCA
465	9859686.3	741999.11	3392.622	Franja
466	9859785.1	741980.92	3413.743	Via
467	9859782.8	741980.24	3413.508	EJE
468	9859719.6	741987.62	3395.806	Franja
469	9859780.8	741998.93	3423.272	Franja
470	9859765.5	742012.38	3424.517	Franja
471	9859755.4	741973.79	3403.24	Franja
472	9859753.5	742018.11	3426.319	Franja
473	9859753.5	742018.1	3426.321	Franja
474	9859748.8	741984.06	3404.664	Franja
475	9859735.5	741996.43	3407.096	Franja
476	9859747.2	742023.51	3427.411	Franja
477	9859741.1	741997.15	3406.945	Franja
478	9859756	741981.55	3404.05	Franja
479	9859732.3	742030.93	3434.639	Franja
480	9859768.7	741965.04	3401.683	Franja
481	9859799.8	741956.38	3406.732	Franja
482	9859825.2	741947.48	3408.745	Franja
483	9859850.1	741936.28	3409.498	Franja
484	9859851.6	741940.87	3415.088	Franja
485	9859826.2	741985.49	3432.406	Franja
486	9859842.9	741958.19	3422.838	Via
487	9859848.1	741981.97	3439.333	Via
488	9859872.7	741978.14	3444.095	Franja
489	9859907.2	741923.75	3420.831	Franja
490	9859929.3	741917.17	3423.732	Franja
491	9859911.1	741966.64	3449.903	Franja
492	9859933.3	741960.17	3452.298	Franja
493	9859948.9	741910.1	3428.521	Franja
494	9859961.9	741951.15	3453.566	Franja
495	9859979.7	741898.61	3429.938	Franja
496	9859997.3	741937.52	3456.235	Franja
497	9860003.2	741883.59	3432.544	Franja
498	9860021.5	741873.39	3434.117	Franja
499	9860026.1	741925.29	3457.275	Franja
500	9860050.2	741900.91	3452.559	Franja
501	9860086.1	741829.39	3434	Franja
502	9860078.4	741896.75	3452.672	Franja
503	9860116	741811.64	3437.633	Franja
504	9860125.1	741883.95	3460.411	Franja
505	9860129.3	741796.91	3438.652	Franja
506	9860146.4	741861.48	3458.072	Franja
507	9860143.3	741783.11	3439.23	Franja
508	9860166.1	741833.29	3457.773	Franja
509	9860176.5	741812.61	3461.218	Franja
510	9860150.6	741785.56	3447.035	Franja
511	9860192.3	741827.05	3465.771	Piedra
512	9860169.2	741771.61	3436.791	Franja
513	9860178.3	741795.43	3452.473	Via
514	9860174	741796.61	3452.083	Eje
515	9860162.4	741795.19	3451.313	Eje
516	9860163.2	741792.46	3451.427	Via
517	9860161.7	741797.34	3451.333	Via
518	9860153.1	741796.41	3450.625	Eje
519	9860149.4	741800.73	3450.207	Via
520	9860145.7	741800.88	3449.788	Eje
521	9860143.2	741800.12	3449.701	Via
522	9860140	741808.12	3448.851	Eje
523	9860142.6	741808	3449.095	Via
524	9860133.8	741816.82	3446.932	Eje
525	9860132.5	741813.86	3447.389	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
526	9860128.5	741824.65	3445.293	Eje
527	9860130.7	741825.09	3445.362	Via
528	9860119.8	741836.84	3443.344	Eje
529	9860117.4	741835.85	3443.451	Via
530	9860099.6	741857.56	3442.098	Eje
531	9860105.4	741857.29	3442.499	Via
532	9860076.8	741868.48	3441.172	Eje
533	9860093.6	741858.85	3441.675	Via
534	9860091.7	741864	3441.511	Via
535	9860079.2	741864.69	3441.156	Via
536	9860070.2	741875.56	3440.873	Via
537	9860063.8	741876.1	3440.634	Eje
538	9860058.8	741880.42	3440.478	Via
539	9860050.9	741879.3	3440.256	Eje
540	9860053.7	741876.88	3440.341	Via
541	9860039.9	741881.3	3439.7	Via
542	9860041.1	741878.12	3439.739	Via
543	9860025.2	741887.96	3438.729	Eje
544	9860040	741883.64	3439.48	Via
545	9860015.7	741893.56	3437.768	Eje
546	9860030.2	741882.18	3439.055	Via
547	9860024.8	741890.58	3438.644	Via
548	9860013.2	741892.36	3437.882	Via
549	9860003.9	741899.78	3436.609	EJE
550	9860010.1	741899.07	3437.284	Via
551	9859991.9	741907.5	3435.206	Eje
552	9859996.2	741901.94	3435.766	Via
553	9859980.3	741912.5	3434.583	Eje
554	9859988.6	741911.54	3435.137	Via
555	9859965.4	741915.61	3433.968	Eje
556	9859980.2	741910.38	3434.677	Via
557	9859977.4	741915.6	3434.629	Via
558	9859966.1	741913.21	3434.311	Via
559	9859963.4	741918.07	3433.808	Via
560	9859950.6	741921.02	3432.854	Eje
561	9859950.1	741918.3	3433.092	Via
562	9859948.9	741924.65	3432.639	Via
563	9859937.9	741928.01	3431.856	Eje
564	9859938.2	741925.88	3432.039	Via
565	9859924.5	741932.38	3430.488	EJE
566	9859927.7	741933.24	3430.8	Via
567	9859915.6	741937.78	3429.606	EJE
568	9859924.2	741930.36	3431.131	Via
569	9859916	741934.59	3430.509	Via
570	9859923.4	741934.84	3430.472	Via
571	9859861.6	741951.87	3424.892	EJE
572	9859864.8	741952.59	3425.085	Via
573	9859858.8	741950.95	3424.606	Via
574	9859857	741955.28	3424.297	Via
575	9859851.6	741954.21	3423.937	Via
576	9859849.8	741957.66	3423.296	EJE
577	9859844.6	741958.53	3422.632	Via
578	9859835.3	741962.93	3421.209	Eje
579	9859833.4	741965.08	3421.012	Via
580	9859832	741961.89	3420.859	Via
581	9859827.9	741964.35	3420.168	Eje
582	9859682.8	742020.88	3405.038	E16
583	9859676.3	742020.78	3404.967	Via
584	9859676.2	742018.71	3405.073	Via
585	9859669.4	742023.34	3405.022	Via
586	9859668.9	742021.92	3405.005	Via
587	9859664.4	742020.25	3405.096	Via
588	9859657.5	742024.85	3405.089	PASO
589	9859658	742021	3405.206	PASO
590	9859655.7	742023.47	3405.031	Eje
591	9859649.7	742024.76	3404.916	Via
592	9859649.4	742024.87	3404.912	Via
593	9859645.2	742022.52	3404.767	Eje
594	9859640.6	742022.98	3404.593	Via
595	9859635.7	742020.89	3404.385	E18
596	9859606.9	742008.65	3403.148	Eje
597	9859548.5	741988.61	3403.283	Via
598	9859642.9	742020.03	3404.753	Via
599	9859559.2	741990.58	3402.968	Via
600	9859560	741993.71	3402.937	Eje

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
601	9859615.9	742012.03	3403.579	EJE
602	9859631.9	742016.13	3404.276	Via
603	9859571.3	741995.37	3402.948	Via
604	9859569.4	741997.54	3402.826	EJE
605	9859621.2	742011.2	3403.864	Via
606	9859618.6	742016.69	3403.579	Via
607	9859579.8	742000.97	3402.855	EJE
608	9859581.5	741999.1	3402.941	Via
609	9859627.9	742016.5	3404.095	EJE
610	9859590.5	742004.15	3402.853	EJE
611	9859593.7	742001.83	3402.973	Via
612	9859611	742006.91	3403.4	Via
613	9859594.5	742006.55	3402.927	Via
614	9859600.3	742003.71	3403.058	Via
615	9859602.9	742009.02	3403.001	Via
616	9859603.2	742007.1	3403.085	EJE
617	9859613.4	742013.39	3403.422	Via
618	9859631.7	742019.86	3404.164	Via
619	9859552.8	741989.78	3403.102	E19
620	9859534.2	741966.13	3404.719	Via
621	9859495.7	741936.39	3408.668	Via
622	9859546.8	741981.05	3403.72	Via
623	9859490	741935.26	3408.957	Via
624	9859540	741972.97	3404.326	Via
625	9859486.4	741935.96	3409.171	Via
626	9859534.9	741966.58	3404.76	Via
627	9859529.4	741961.06	3405.295	Via
628	9859566.4	741993.19	3402.779	PASO A
629	9859565.2	742000.16	3402.789	Via
630	9859559.3	741996.87	3402.821	Via
631	9859570.6	741995.4	3402.818	Via
632	9859568.2	742001.07	3402.736	Via
633	9859532.3	741967.87	3404.759	EJE
634	9859541.4	741978.18	3404.037	EJE
635	9859579.5	741998.33	3402.879	Via
636	9859577.9	742003.83	3402.849	Via
637	9859592.5	742007.1	3402.878	Via
638	9859690.8	742019.95	3404.948	Via
639	9859712.5	742008.22	3406.144	Via
640	9859712.9	742011.74	3405.842	Via
641	9859693.4	742016.96	3405.008	EJE
642	9859680.8	742018.14	3405.018	PASO A
643	9859704.7	742013.11	3405.326	EJE
644	9859727.2	742002.67	3407.372	Via
645	9859728.7	742007.95	3407.404	Via
646	9859681.2	742021.87	3404.911	Via
647	9859736.6	742001.67	3407.941	Via
648	9859743.2	742003.84	3408.352	Via
649	9859716	742008.8	3406.277	EJE
650	9859749.4	741994.89	3409.342	Via
651	9859751.4	741998.65	3409.153	Via
652	9859732.6	742005.02	3407.632	EJE
653	9859750.3	741997.09	3409.098	EJE
654	9859777.7	741984.34	3412.522	Via
655	9859771.4	741983.66	3411.863	Via
656	9859754	741997.68	3409.412	Via
657	9859774.3	741985.82	3412.051	Via
658	9859754	741997.66	3409.378	POZO
659	9859784.1	741981.38	3413.544	Via
660	9859760.8	741990.94	3410.37	Eje
661	9859774.1	741984.17	3412.054	Eje
662	9859786.5	741978.68	3413.929	Eje
663	9859797.9	741974.97	3415.394	Eje
664	9859809.1	741970.77	3417.196	Eje
665	9859824.2	741964.18	3419.685	E20
666	9859788.8	741975.77	3414.331	Via
667	9859794.5	741977.96	3414.925	Via
668	9859801.2	741972.13	3415.984	Via
669	9859802.8	741975.75	3415.988	Via
670	9859808.1	741971.26	3416.988	Eje
671	9859809.5	741968.5	3417.467	Via
672	9859809.6	741972.72	3417.133	Via
673	9859820.1	741964.47	3419.106	Via
674	9859822.4	741967.83	3419.168	Via
675	9859819.2	741966.61	3418.711	Eje

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
676	9859832.5	741965.47	3420.805	Via
677	9859831.3	741961.93	3420.8	Via
678	9859827.9	741964.67	3420.142	Eje
679	9859869.8	741948.93	3425.78	Via
680	9859865	741949.47	3425.305	Via
681	9859869.4	741950.49	3425.565	Eje
682	9859878.6	741948.4	3426.276	Via
683	9859887.9	741946.98	3427.325	Via
684	9859879.5	741949.81	3426.42	EJE
685	9859895.6	741945.25	3427.889	Via
686	9859902.9	741942.34	3428.654	Via
687	9859904.4	741944.11	3428.59	EJE
688	9859903	741942.44	3428.666	Via
689	9859905.5	741941.6	3428.933	E21
690	9859866.6	741952.91	3425.293	Via
691	9859874.1	741952.01	3425.921	Via
692	9859881.3	741949.88	3426.627	EJE
693	9859884.3	741951.09	3426.971	Via
694	9859895.4	741949.72	3427.716	Via
695	9859892.9	741946.68	3427.534	Via
696	9859898.5	741947.18	3428.015	EJE
697	9859905	741946.4	3428.676	Via
698	9859909.3	741941.87	3429.081	EJE
699	9859915	741940.33	3429.557	Via
700	9859915.8	741935.73	3429.819	Via
701	9859918.6	741935.85	3430.02	EJE
702	9859924.4	741934.57	3430.497	Via
703	9860190.8	741824.45	3465.074	E22
704	9860251.6	741836.86	3455.907	E23
705	9860174.5	741799.61	3452.052	Via
706	9860192.1	741807.83	3452.698	Via
707	9860182.2	741800.83	3452.358	Eje
708	9860192.5	741803.33	3452.665	Via
709	9860207.9	741815.93	3453.692	Via
710	9860204	741810.99	3453.385	Eje
711	9860217.4	741818.34	3454.203	Eje
712	9860222	741822.54	3454.768	Via
713	9860231.9	741827.49	3455.456	Via
714	9860212.2	741812.67	3453.812	Via
715	9860225.6	741819.88	3454.735	Via
716	9860242.2	741832.26	3455.834	EJE
717	9860225.7	741819.84	3454.722	Via
718	9860254.4	741843.09	3455.924	Via
719	9860247.5	741832.25	3455.955	Via
720	9860263	741847.88	3455.672	EJE
721	9860270.3	741852	3455.412	Via
722	9860276.3	741861.05	3455.296	EJE
723	9860285.9	741873.99	3454.941	Via
724	9860289.9	741875.71	3454.876	EJE
725	9860294.5	741877	3454.793	Via
726	9860295.4	741882.14	3454.75	Via
727	9860338.4	741868.95	3442.143	Franja
728	9860302.4	741885.85	3454.445	Via
729	9860368.1	741921.87	3456.426	Franja
730	9860362.3	741866.11	3442.319	Franja
731	9860313.6	741889.5	3454.053	Via
732	9860377.9	741848.8	3439.081	Franja
733	9860315.7	741894.9	3453.953	Via
734	9860335.3	741922.02	3469.257	Franja
735	9860327.9	741893.35	3453.674	Via
736	9860385.5	741832.82	3436.518	Franja
737	9860335.4	741913.57	3466.725	Franja
738	9860329	741895.74	3453.763	Via
739	9860323.2	741910.26	3465.065	Franja
740	9860397.5	741823.4	3433.989	Franja
741	9860336.2	741898.29	3453.707	Via
742	9860322	741916.73	3467.297	Franja
743	9860412.3	741812.19	3436.236	Franja
744	9860343.4	741896.07	3453.566	Via
745	9860346.8	741899.63	3453.511	Via
746	9860429.8	741797.3	3436.341	Franja
747	9860352.5	741904.77	3453.424	Via
748	9860369.2	741905.48	3452.723	ALCAN
749	9860362.4	741900.65	3452.851	ALCAN
750	9860362.9	741899.12	3452.683	EJE

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
751	9860364.9	741899.94	3452.873	Via
752	9860371	741902.54	3452.6	Via
753	9860373.4	741899.49	3452.49	EJE
754	9860388.5	741918.1	3456.252	Franja
755	9860442.3	741782.3	3433.263	Franja
756	9860377.8	741898.61	3452.386	Via
757	9860380.7	741896.91	3452.294	Via
758	9860379.5	741888.87	3451.784	EJE
759	9860461.1	741766.02	3435.674	Franja
760	9860382.9	741886.87	3451.827	Via
761	9860386.3	741883.6	3451.577	Via
762	9860384.8	741877.32	3451.522	EJE
763	9860395.6	741904.61	3468.58	Franja
764	9860481.6	741747.55	3435.787	Franja
765	9860389	741873.63	3451.521	Via
766	9860389.4	741868.57	3451.425	Via
767	9860394.9	741866.52	3451.474	EJE
768	9860494.7	741741.31	3437.573	Franja
769	9860397.8	741860.67	3451.673	Via
770	9860400.8	741853.34	3451.632	Via
771	9860408.7	741853.9	3451.662	EJE
772	9860401.6	741889.88	3470.329	Franja
773	9860516.1	741720.27	3441.367	Franja
774	9860411.5	741850.09	3451.859	Via
775	9860417.1	741845.04	3451.86	Via
776	9860423.6	741847.71	3452.131	Via
777	9860411.1	741874.46	3472.345	Franja
778	9860522.7	741712.46	3443.437	Franja
779	9860429.5	741841.04	3452.113	Via
780	9860432.6	741836.28	3452.08	EJE
781	9860423.5	741868.4	3474.128	Franja
782	9860438.7	741835.01	3452.177	Via
783	9860442.5	741829.97	3452.26	Via
784	9860446.2	741823.83	3452.214	Via
785	9860455.8	741822.8	3452.554	Via
786	9860459.5	741817.67	3452.523	EJE
787	9860460.1	741813.36	3452.487	Via
788	9860469.9	741813.14	3452.305	Via
789	9860472.5	741807.67	3452.013	EJE
790	9860477.1	741800.4	3451.863	Via
791	9860431.5	741882.47	3488.945	Franja
792	9860486	741796.78	3451.895	Via
793	9860653.3	741693.84	3448.786	Franja
794	9860450.1	741878	3487.663	Franja
795	9860493.3	741788.49	3452.464	Via
796	9860679.3	741690.38	3452.022	Franja
797	9860457.7	741864.69	3483.956	Franja
798	9860503.8	741780.94	3453.963	Via
799	9860505.9	741774.41	3454.914	Via
800	9860512.1	741772.39	3455.992	EJE
801	9860489.2	741857.48	3489.004	Franja
802	9860517.7	741770.51	3457.008	Via
803	9860518.5	741830.45	3487.892	Franja
804	9860521.6	741762.94	3458.335	Via
805	9860520.1	741802.3	3483.348	Franja
806	9860527.7	741764.5	3459.248	Via
807	9860532.4	741760.77	3460.193	EJE
808	9860536	741795.31	3487.64	Franja
809	9860532.3	741760.75	3460.184	EJE
810	9860538.5	741763.17	3461.188	Via
811	9860546.4	741759.87	3462.218	Via
812	9860549.2	741764.66	3462.855	EJE
813	9860544	741754.66	3462.589	E24
814	9860261.4	741825.87	3446.086	Franja
815	9860547.4	741766.81	3462.555	Via
816	9860274.4	741834.45	3444.744	Franja
817	9860597.9	741804.04	3476.988	Franja
818	9860552.9	741768.17	3463.545	EJE
819	9860283.9	741841.58	3440.758	Franja
820	9860559.4	741771	3464.471	Via
821	9860617.7	741815.25	3485.621	Franja
822	9860563.1	741776.16	3465.065	EJE
823	9860298.9	741845.28	3435.214	Franja
824	9860638.9	741813.75	3489.568	Franja
825	9860568.3	741781.48	3465.801	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
826	9860577.5	741784	3466.898	EJE
827	9860313.3	741860	3437.408	Franja
828	9860652.3	741813.35	3486.199	Franja
829	9860328.9	741866.54	3440.746	Franja
830	9860589.6	741788.56	3467.603	Via
831	9860595.9	741793.85	3467.935	Via
832	9860602.9	741793.48	3468.353	Via
833	9860612.4	741796.19	3468.907	EJE
834	9860614.4	741794.78	3468.945	Via
835	9860614.4	741794.78	3468.945	Via
836	9860620.8	741793.02	3469.115	Via
837	9860304.1	741911.1	3463.765	Franja
838	9860705.8	741818.12	3484.408	Franja
839	9860635.5	741794.88	3469.601	Via
840	9860284.9	741904.95	3468.797	Franja
841	9860724.9	741809.58	3485.03	Franja
842	9860642	741797.24	3469.916	Via
843	9860735.4	741796.58	3487.632	Franja
844	9860270.6	741891.96	3472.782	Franja
845	9860649.1	741795.65	3470.21	Via
846	9860743.8	741784.35	3487.474	Franja
847	9860250.4	741881.31	3471.51	Franja
848	9860674	741795.93	3471.62	Via
849	9860746	741765.06	3488.057	Franja
850	9860227.1	741861.51	3467.82	Franja
851	9860677.8	741797.63	3472.049	EJE
852	9860210.7	741843.79	3467.511	Franja
853	9860679.9	741795.5	3472.172	PASO AGUA
854	9860750.7	741765.23	3488.556	E25
855	9860683.9	741799.56	3472.666	Via
856	9860696.6	741796.55	3473.725	Via
857	9860707.3	741796.63	3474.279	Via
858	9860712.2	741793.53	3474.744	Via
859	9860715.2	741790.37	3474.862	Via
860	9860721.5	741720.22	3472.661	Franja
861	9860719.4	741790.3	3475.345	Via
862	9860725.6	741787.81	3475.878	Via
863	9860707.8	741729.8	3465.584	Franja
864	9860727.1	741779.44	3476.279	Via
865	9860701	741748.38	3461.579	Franja
866	9860726.3	741769.14	3476.579	Via
867	9860665.1	741760.22	3459.36	Franja
868	9860729.2	741760.5	3476.867	Via
869	9860641.2	741764.52	3455.356	Franja
870	9860731.5	741751.29	3477.486	Via
871	9860616.2	741754.22	3448.287	Franja
872	9860730.4	741742.42	3478.24	Via
873	9860728.3	741735.87	3478.914	Via
874	9860732.1	741733.82	3479.114	Via
875	9860737.1	741733.83	3479.244	Via
876	9860739.9	741730.83	3479.838	Via
877	9860743.2	741728.56	3480.323	Via
878	9860748.6	741731.38	3480.9	Via
879	9860754.9	741730.54	3481.585	Via
880	9860756.9	741733.07	3481.97	Via
881	9860591.9	741760.79	3448.756	Franja
882	9860742	741733	3479.797	Via
883	9860746	741731	3480.523	EJE
884	9860572.6	741754.89	3449.581	Franja
885	9860752.8	741729.86	3481.416	Via
886	9860758.1	741733.85	3482.176	EJE
887	9860762.5	741738.37	3482.811	Via
888	9860555.1	741742.33	3449.6	Franja
889	9860768.2	741739.69	3483.42	EJE
890	9860537.9	741730.72	3449.099	Franja
891	9860773.4	741742.36	3484.089	Via
892	9860772.5	741748.53	3484.676	EJE
893	9860769.7	741755.06	3485.599	Via
894	9860771	741760.83	3486.41	EJE
895	9860772.2	741766.66	3487.134	Via
896	9860768.4	741770.2	3487.615	EJE
897	9860747	741751.68	3484.872	Franja
898	9860764.7	741775.12	3488.173	Via
899	9860758.2	741747.84	3485.451	Franja
900	9860763.5	741781.77	3488.802	EJE

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
901	9860762	741761.07	3488.151	Franja
902	9860758.7	741783.23	3489.035	Via
903	9860755.5	741789.23	3489.777	EJE
904	9860753.4	741796.4	3490.692	Via
905	9860749.8	741798.29	3491.042	EJE
906	9860746.4	741800.37	3491.37	Via
907	9860748.1	741804.47	3491.724	Taq
908	9860751.6	741803.41	3491.995	EJE
909	9860756.5	741802.51	3492.708	Via
910	9860763.4	741807.8	3494.31	EJE
911	9860772.5	741807.83	3495.983	Via
912	9860783.4	741813.84	3498.285	EJE
913	9860795.5	741818.72	3500.443	Via
914	9860806.9	741819.91	3502.459	EJE
915	9860820.8	741820.81	3505.25	Via
916	9860790.6	741788.77	3488.678	Franja
917	9860831.2	741823.76	3507.05	Via
918	9860824.5	741796.82	3493.394	Franja
919	9860744.3	741833.45	3512.491	Franja
920	9860853.5	741808.7	3496.866	Franja
921	9860763.7	741851.52	3520.736	Franja
922	9860884.3	741821.3	3500.866	Franja
923	9860775.9	741861.1	3527.285	Franja
924	9860906.3	741852.42	3518.325	Via
925	9860928.1	741828.15	3505.122	Franja
926	9860912.8	741856.53	3519.6	EJE
927	9860958	741842.44	3509.738	Franja
928	9860987.8	741848	3513.617	Franja
929	9860790.3	741875.45	3540.116	Franja
930	9861023.8	741856.83	3519.709	Franja
931	9860812.3	741873.9	3543.419	Franja
932	9861046.7	741861.83	3523.14	Franja
933	9860829.5	741878.49	3548.516	Franja
934	9860849.6	741876.44	3543.077	Franja
935	9861040	741888.46	3528.851	QUEBRADA
936	9860901.6	741898.43	3544.691	Franja
937	9860925	741898.84	3543.277	Franja
938	9860968	741877.7	3526.816	E26
939	9860934.2	741898.24	3542.975	Franja
940	9860934.4	741864.25	3522.628	Via
941	9860932.7	741868.58	3522.56	Via
942	9860937.2	741868.44	3523.121	EJE
943	9860954.8	741902.21	3542.444	Franja
944	9860949.1	741871.21	3524.35	Via
945	9860948.1	741875.78	3524.265	Via
946	9860952.6	741875.06	3524.877	EJE
947	9860961.5	741875.62	3525.861	Via
948	9860961.8	741880.17	3526.201	Via
949	9860846.6	741829.03	3509.21	EJE
950	9860853.9	741833.06	3510.008	Via
951	9860862.1	741835.15	3510.903	EJE
952	9860878.5	741841.74	3513.025	Via
953	9860883.6	741847.27	3514.444	EJE
954	9860887.7	741851.21	3515.557	Via
955	9860899.9	741852.19	3517.399	EJE
956	9860913.6	741854.68	3519.59	Via
957	9860924.7	741861.76	3521.395	EJE
958	9860933.3	741868.36	3522.723	Via
959	9860981.1	741936.64	3547.496	Franja
960	9861004.9	741946.48	3550.272	Franja
961	9861033.7	741958.18	3551.197	Franja
962	9861043.4	741955.12	3548.317	Franja
963	9861051.8	741965.9	3552.535	Franja
964	9861047.4	741968.21	3553.27	F DUCTO
965	9860971.6	741881.84	3527.007	EJE
966	9860986.2	741894.07	3528.183	EJE
967	9860980.9	741893.47	3527.833	ARROYO
968	9860985	741888.69	3527.893	Via
969	9860991	741897.85	3528.933	EJE
970	9860993.9	741896.3	3529.115	Via
971	9860999.4	741903.66	3530.116	Via
972	9861003.6	741899.89	3530.373	Via
973	9861011.7	741904.86	3531.657	EJE
974	9861017.2	741904.33	3532.15	Via
975	9861019.4	741910.1	3532.588	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
976	9861031.8	741914.49	3533.73	EJE
977	9861032.5	741912.13	3533.825	Via
978	9861037.2	741921.61	3534.107	Via
979	9861042.1	741921.65	3534.322	Via
980	9861046.5	741926.72	3534.36	Via
981	9861115.9	741984.31	3556.521	IDUCTO
982	9861118.7	741971.04	3553.928	Franja
983	9861104	741979.99	3552.155	Franja
984	9861125.4	741955.83	3553.136	Franja
985	9861134.7	741940.27	3552.321	Franja
986	9861148	741948.79	3556.795	Franja
987	9861156	741950.03	3558.154	Franja
988	9861165.8	741962.01	3559.248	Franja
989	9861049.8	741928.87	3534.242	E27
990	9861072.3	741920.86	3522.778	Franja
991	9861049.4	741886.43	3526.766	Franja
992	9861085.2	741919.98	3525.935	Franja
993	9861096.6	741904.32	3525.222	Franja
994	9861042	741923.89	3534.161	Eje
995	9861043	741929.47	3534.145	Via
996	9861100.2	741881.58	3517.949	Franja
997	9861048.6	741932.23	3534.031	Eje
998	9861109.8	741863.8	3520.482	Franja
999	9861055.1	741934.48	3534.022	Via
1000	9861061.2	741940.84	3534.05	Eje
1001	9861113.7	741889.15	3530.09	Franja
1002	9861061.3	741944.69	3533.895	Via
1003	9861070.8	741944.19	3533.742	Via
1004	9861074.2	741948.18	3533.471	Eje
1005	9861076.2	741952.19	3533.427	Via
1006	9861079.8	741951	3533.354	Eje
1007	9861087.2	741955.8	3532.575	Via
1008	9861087.1	741955.79	3532.575	Alcan
1009	9861145	741906.46	3542.467	E28
1010	9861089.7	741946.84	3533.541	Via
1011	9861095.4	741942.47	3534.255	Eje
1012	9861099.2	741940.26	3534.648	Via
1013	9861115.3	741912.76	3538.699	Via
1014	9861101.2	741934.41	3535.273	Eje
1015	9861115.7	741917.68	3538.207	Via
1016	9861112.2	741918.33	3537.862	Eje
1017	9861141.6	741905.98	3542.085	Via
1018	9861139.6	741908.08	3541.854	Eje
1019	9861138.5	741910.71	3541.565	Via
1020	9861133.2	741910.48	3540.928	Via
1021	9861126.9	741909.11	3540.328	Eje
1022	9861122.8	741913.38	3539.428	Via
1023	9861116.5	741912.06	3538.947	Via
1024	9861117.7	741916.58	3538.525	Via
1025	9861110.6	741917.6	3537.79	Via
1026	9861114.2	741916.81	3538.248	Eje
1027	9861115.3	741918.55	3538.059	Via
1028	9861120.9	741911.75	3539.466	Eje
1029	9861131.5	741908.31	3540.901	Eje
1030	9861141.2	741908.51	3542.053	Eje
1031	9861110.6	741911.34	3537.53	Franja
1032	9861115.5	741912.77	3538.696	Via
1033	9861121.5	741908.75	3539.738	Via
1034	9861115.7	741907.21	3538.359	Franja
1035	9861126	741905.18	3539.36	Franja
1036	9861120.6	741909.31	3539.577	Via
1037	9861127.3	741906.94	3540.432	Via
1038	9861134.7	741901.94	3539.414	Franja
1039	9861141.9	741899.44	3538.832	Franja
1040	9861146	741914.13	3542.527	Via
1041	9861149	741909.75	3542.802	Via
1042	9861150.8	741914.12	3543.064	Eje
1043	9861153	741906.49	3541.081	Franja
1044	9861154.4	741914.17	3543.362	Via
1045	9861190.5	741971.09	3553.36	Franja
1046	9861156.7	741918.97	3543.776	Eje
1047	9861163	741915.25	3542.726	Franja
1048	9861159.5	741924.59	3544.234	Via
1049	9861163.2	741923.32	3544.519	Via
1050	9861207.7	741971.39	3555.501	Franja

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1051	9861163.8	741928.51	3544.727	Eje
1052	9861166.8	741930.43	3545.023	Via
1053	9861224.9	741965.55	3560.211	Franja
1054	9861165.9	741921.91	3545.777	Franja
1055	9861167.5	741937.58	3545.426	Via
1056	9861173.3	741938.1	3545.666	Via
1057	9861173.1	741940.71	3545.733	Eje
1058	9861232.5	741952.71	3563.94	Franja
1059	9861184	741943.09	3545.604	Franja
1060	9861175.4	741945.46	3545.95	Via
1061	9861184.9	741947.71	3546.319	Via
1062	9861189.7	741951.38	3546.865	Eje
1063	9861225.3	741946.02	3558.434	Taq
1064	9861189.2	741948.89	3546.644	Via
1065	9861187.9	741953.45	3546.856	Via
1066	9861192.1	741953.42	3547.154	Alcan
1067	9861191.9	741950.65	3546.987	Eje
1068	9861190.7	741948.48	3546.848	Alcan
1069	9861216.1	741939.88	3558.474	Franja
1070	9861187	741883.68	3542.239	Franja
1071	9861212.8	741923.07	3556.275	Franja
1072	9861200.1	741917.04	3547.513	Eje
1073	9861205.7	741873.43	3544.057	Franja
1074	9861198.1	741912.58	3547.525	Via
1075	9861210.1	741912.16	3553.289	Franja
1076	9861216.1	741870.55	3543.532	Franja
1077	9861202.1	741908.7	3547.717	Via
1078	9861201.5	741904.8	3547.941	Eje
1079	9861200.3	741900.55	3548.197	Via
1080	9861195.1	741913.32	3545.922	Franja
1081	9861203.6	741899.89	3548.251	Eje
1082	9861194.9	741925.56	3546.346	Franja
1083	9861207.5	741899.56	3548.187	Via
1084	9861189.4	741928.26	3544.272	Franja
1085	9861193.7	741902.05	3546.161	Franja
1086	9861203.6	741890.39	3548.584	E29
1087	9861208.8	741892.23	3548.768	Via
1088	9861209.9	741895.53	3548.568	Eje
1089	9861211.2	741897.95	3548.264	Via
1090	9861222.6	741915.03	3554.494	Franja
1091	9861218.8	741899.01	3548.081	Via
1092	9861195.6	741947.95	3547.018	Eje
1093	9861219.5	741896.58	3548.222	Eje
1094	9861198.9	741943.12	3547.189	Via
1095	9861220.5	741893.75	3548.231	Via
1096	9861198	741936.85	3547.146	Eje
1097	9861231.7	741901.46	3547.186	Via
1098	9861196.5	741931.22	3547.171	Via
1099	9861231.1	741904.24	3547.333	Eje
1100	9861199.9	741919.42	3547.445	Eje
1101	9861229.7	741907.12	3547.533	Via
1102	9861235.2	741927.51	3556.382	Franja
1103	9861244.7	741910.05	3546.735	Via
1104	9861244.5	741907.18	3546.611	Eje
1105	9861244.5	741904.57	3546.437	Via
1106	9861248.3	741904.45	3546.099	Via
1107	9861248.9	741934.14	3556.01	Franja
1108	9861253.5	741906.2	3545.792	Eje
1109	9861228	741874.44	3542.193	Franja
1110	9861266.4	741929.21	3553.696	Franja
1111	9861234.7	741900.35	3546.331	Franja
1112	9861277.9	741921.25	3554.766	Franja
1113	9861284.4	741911.83	3552.734	Franja
1114	9861271.4	741859.75	3537.014	Franja
1115	9861284.2	741900.29	3550.101	Franja
1116	9861285.7	741844.56	3532.401	Franja
1117	9861283.5	741873.1	3543.027	E30
1118	9861285.4	741876.49	3542.51	Via
1119	9861285.7	741879.15	3542.45	Eje
1120	9861286.8	741881.57	3542.427	Via
1121	9861303.2	741882.28	3542.039	Via
1122	9861266.2	741903.82	3544.543	Via
1123	9861306	741908.6	3551.491	Franja
1124	9861267.8	741898.93	3544.046	Eje
1125	9861302.8	741877.39	3541.856	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1126	9861269.8	741891.8	3543.672	Via
1127	9861274.5	741886.72	3543.475	Eje
1128	9861315.8	741880.29	3541.841	Via
1129	9861278.9	741884.78	3542.986	Via
1130	9861325.7	741918.65	3562.52	Franja
1131	9861280.1	741881.6	3542.783	Eje
1132	9861314.9	741877.7	3541.632	Eje
1133	9861313.5	741875.13	3541.435	Via
1134	9861319.7	741875.89	3541.452	Eje
1135	9861324.4	741877.35	3541.405	Via
1136	9861331.4	741871.78	3540.723	Eje
1137	9861340.1	741867.43	3540.303	Via
1138	9861307.7	741859.91	3534.24	Franja
1139	9861352.3	741867.23	3539.823	Eje
1140	9861327	741848.15	3533.423	Franja
1141	9861357.4	741905.75	3569.824	Franja
1142	9861359.3	741868.05	3539.724	Via
1143	9861354.4	741835.76	3528.91	Franja
1144	9861367.1	741865.27	3539.612	Eje
1145	9861383.2	741834.91	3528.564	Franja
1146	9861373.5	741863.36	3539.481	Via
1147	9861406	741833.79	3530.883	Franja
1148	9861380.2	741864.65	3539.525	Eje
1149	9861388.5	741865.69	3539.561	Via
1150	9861438.6	741837.97	3532.427	Franja
1151	9861394	741862.44	3539.445	Eje
1152	9861402.8	741860.02	3539.732	Via
1153	9861463.2	741832.89	3531.944	Franja
1154	9861368.6	741896.68	3565.444	Franja
1155	9861408.1	741860.25	3539.952	Eje
1156	9861416.5	741861.32	3540.474	Via
1157	9861492	741830.11	3536.632	Franja
1158	9861421	741858.12	3540.715	Eje
1159	9861426.4	741856.32	3541.015	Via
1160	9861499.9	741836.79	3538.227	Franja
1161	9861430.9	741858.13	3541.195	Eje
1162	9861519.4	741810.68	3537.56	Franja
1163	9861438.5	741856.99	3541.321	Via
1164	9861544.5	741796	3536.697	Franja
1165	9861431.1	741873.44	3547.967	E31
1166	9861409.9	741894.89	3558.949	Franja
1167	9861468.6	741862.35	3541.109	Via
1168	9861468.8	741864.42	3541.222	Eje
1169	9861437.6	741893.51	3557.337	Franja
1170	9861465.2	741866.5	3541.382	Via
1171	9861437.6	741861.64	3541.312	Via
1172	9861459.8	741861.72	3541.262	Via
1173	9861445.1	741860.3	3541.258	Eje
1174	9861462.7	741894.05	3553.168	Franja
1175	9861459.3	741863.79	3541.351	Eje
1176	9861458.8	741865.77	3541.336	Via
1177	9861476.8	741889.75	3549.866	Franja
1178	9861472.9	741861.96	3540.924	Via
1179	9861451.1	741859.69	3541.272	Via
1180	9861476.2	741864.02	3540.908	Eje
1181	9861455.2	741865.05	3541.413	Eje
1182	9861455	741862.92	3541.406	Eje
1183	9861482.8	741864.91	3540.71	Via
1184	9861497.4	741886.46	3547.981	Franja
1185	9861486.1	741859.58	3540.6	Eje
1186	9861494.6	741850.04	3540.487	Via
1187	9861493.8	741856.16	3540.475	Via
1188	9861497	741850.76	3540.513	Eje
1189	9861503.4	741848.23	3540.371	Paso agua
1190	9861503.1	741842.69	3540.358	Via
1191	9861513.3	741834.71	3540.141	Via
1192	9861511.5	741838.67	3540.162	Eje
1193	9861513.3	741834.74	3540.14	Via
1194	9861524.2	741831.94	3540.196	Via
1195	9861528.3	741885.52	3549.942	Franja
1196	9861528.8	741826.02	3540.095	Eje
1197	9861522.8	741827.53	3540.083	Franja
1198	9861542.7	741819.7	3539.994	Via
1199	9861536.9	741818.36	3539.926	Via
1200	9861548	741813.75	3539.997	Eje

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1201	9861550	741810.02	3540.044	Via
1202	9861564.3	741862.33	3549.479	Franja
1203	9861569.4	741803.55	3540.443	Taq
1204	9861575.1	741797.29	3540.62	Eje
1205	9861586.4	741845.77	3548.707	Franja
1206	9861586.9	741791.24	3540.55	Eje
1207	9861585.8	741794.61	3540.578	Via
1208	9861594.1	741787.33	3540.578	Eje
1209	9861560.6	741788.46	3537.758	Franja
1210	9861616.7	741824.79	3549.444	Franja
1211	9861599.1	741786.52	3540.581	Via
1212	9861578.2	741776.07	3536.327	Franja
1213	9861604.8	741781	3540.5	Eje
1214	9861592.3	741767.27	3537.535	Franja
1215	9861629.9	741809.25	3548.885	Franja
1216	9861614.5	741778.6	3540.318	Via
1217	9861612.5	741756.7	3536.568	Franja
1218	9861641.1	741802.61	3547.525	Franja
1219	9861620.2	741774.43	3540.365	Eje
1220	9861627.2	741753.17	3537.264	Franja
1221	9861624	741771.6	3540.339	Via
1222	9861641.1	741802.58	3547.462	Franja
1223	9861629	741773.38	3540.152	Eje
1224	9861657.4	741798.57	3547.41	Franja
1225	9861623.8	741776	3540.299	Via
1226	9861630.2	741767.21	3539.585	E32
1227	9861636.4	741771.94	3539.845	Via
1228	9861626.5	741776.06	3540.22	Via
1229	9861639.3	741774.31	3539.771	Eje
1230	9861640.2	741776.47	3539.676	Via
1231	9861632.4	741773.69	3539.965	Eje
1232	9861650.4	741773.35	3539.397	Via
1233	9861639.1	741776.27	3539.731	Via
1234	9861650.3	741775.24	3539.447	Eje
1235	9861650.7	741777.53	3539.388	Via
1236	9861658.2	741774.62	3539.218	Eje
1237	9861661.3	741771.48	3539.039	Via
1238	9861649.1	741762.58	3533.945	Franja
1239	9861663.8	741772.55	3539.138	Eje
1240	9861671	741747.56	3536.542	Franja
1241	9861669.1	741771.18	3539.11	Via
1242	9861670.9	741767.61	3539.068	Eje
1243	9861694.6	741735.51	3534.471	Franja
1244	9861671.4	741763.86	3538.962	Via
1245	9861651.7	741803.11	3548.091	Franja
1246	9861699.4	741744.42	3534.861	Franja
1247	9861677.3	741761.93	3539.009	Eje
1248	9861687.1	741795.65	3547.194	Franja
1249	9861678.6	741758.04	3538.889	Via
1250	9861689.7	741756.82	3538.932	Via
1251	9861722.1	741793.03	3547.426	Franja
1252	9861687.6	741758.79	3538.91	Eje
1253	9861699.9	741757.99	3539.001	Via
1254	9861696.5	741762.5	3538.949	Via
1255	9861713	741761.85	3538.958	Via
1256	9861700.4	741760.89	3538.89	Eje
1257	9861722.1	741793.01	3547.455	Franja
1258	9861706.7	741762.6	3538.846	Eje
1259	9861713.8	741761.88	3538.964	Via
1260	9861746.1	741767.91	3539.894	E33
1261	9861701.3	741764.2	3538.641	Via
1262	9861722.9	741760.2	3536.901	Franja
1263	9861709.1	741764.11	3538.608	Eje
1264	9861714.9	741764.43	3538.657	Via
1265	9861729.5	741766.69	3533.817	Franja
1266	9861715.1	741769.46	3538.784	Taq
1267	9861726.2	741773.11	3538.55	Eje
1268	9861718.5	741768.98	3538.761	Eje
1269	9861722.8	741770.67	3538.647	Via
1270	9861725.3	741775.19	3538.792	Eje
1271	9861729.9	741781.17	3538.861	Alcan
1272	9861736.1	741775.22	3538.632	Via
1273	9861732.1	741779.44	3538.729	Via
1274	9861742.7	741775.97	3538.261	Eje
1275	9861748.7	741779.06	3537.806	Via

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1276	9861748.1	741773.15	3538.069	Via
1277	9861751.6	741776.84	3537.766	Eje
1278	9861755.9	741776.6	3537.386	Via
1279	9861750.9	741765.16	3537.32	Franja
1280	9861756.3	741775.09	3537.564	Pozo
1281	9861760.2	741782.68	3536.553	Eje
1282	9861759.1	741786.76	3536.528	Via
1283	9861761.6	741774.75	3536.136	Franja
1284	9861773	741789.96	3534.442	Via
1285	9861768.2	741813.53	3552.711	Franja
1286	9861790.7	741821.87	3558.072	Franja
1287	9861803.7	741827.94	3559.615	Franja
1288	9861816.4	741869.34	3575.29	Franja
1289	9861841.4	741868.53	3574.997	Franja
1290	9861864.2	741865.61	3574.272	Franja
1291	9861761.5	741790.98	3536.753	E34
1292	9861767.8	741789.09	3535.693	Via
1293	9861772.2	741784.23	3535.095	Via
1294	9861772.8	741787.2	3534.876	Eje
1295	9861777.1	741790.07	3533.888	Via
1296	9861769.2	741781.11	3533.884	Franja
1297	9861780.3	741787.7	3533.332	Eje
1298	9861784.5	741785.23	3532.459	Via
1299	9861793.5	741788.68	3530.983	Via
1300	9861791.8	741785.68	3531.232	Eje
1301	9861805.9	741786.35	3528.795	Via
1302	9861804.6	741783.51	3528.966	Eje
1303	9861810.2	741780.23	3527.81	Via
1304	9861803.9	741779.64	3528.644	Franja
1305	9861815.5	741782.58	3527.049	Eje
1306	9861819.2	741776.95	3526.424	Franja
1307	9861822.9	741785.09	3525.963	Via
1308	9861826.2	741781.69	3525.44	Eje
1309	9861826.5	741778.84	3525.486	Via
1310	9861839.7	741778.38	3522.71	Via
1311	9861841.1	741780.56	3522.56	Eje
1312	9861843.4	741782.7	3522.343	Via
1313	9861849.2	741778.42	3521.289	Eje
1314	9861853.8	741780.11	3520.853	Via
1315	9861866.2	741777.37	3519.605	Via
1316	9861862.1	741772.66	3519.762	Via
1317	9861868.7	741772.49	3518.927	Eje
1318	9861881.6	741768.87	3517.443	Via
1319	9861838.6	741776.5	3522.329	Franja
1320	9861860.4	741772.32	3520.036	E36
1321	9861870	741792.22	3529.824	Franja
1322	9861864.8	741771.4	3519.473	Via
1323	9861869	741772.03	3518.842	Eje
1324	9861882.8	741792.09	3525.77	Franja
1325	9861889.6	741790.25	3525.889	Franja
1326	9861855.6	741765.34	3518.339	Franja
1327	9861872.8	741773.77	3518.505	Via
1328	9861861.8	741764.36	3518.153	Franja
1329	9861875.1	741769.41	3517.856	Eje
1330	9861874	741760.33	3517.248	Franja
1331	9861858.5	741789.94	3527.966	Franja
1332	9861876.1	741761.81	3518.308	Franja
1333	9861877.6	741763.31	3516.487	Via
1334	9861883.2	741763.53	3516.415	Eje
1335	9861887.8	741758.55	3515.772	Via
1336	9861889.1	741763.63	3516.299	Via
1337	9861850.9	741788.41	3528.118	Franja
1338	9861837.6	741791.17	3525.885	Franja
1339	9861831.5	741793.75	3527.96	Franja

ANEXO C.

Volumen de corte y relleno

INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

VÍA CALAMACA - CHIQUIURCO

Ubicación:

Provincia: Tungurahua **Abscisa inicial:** 0+000.000
 Cantón: Ambato **Abscisa final:** 4+009.219
 Parroquia: San Fernando

Abscisa	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de relleno (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte acumul. (m ³)	Volumen de relleno acumul. (m ³)	Vol. neto acumul. (m ³)
0+000.000	4.98	0	0.01	0	0	0	0
0+020.000	6.1	110.78	0	0.11	110.78	0.11	110.67
0+040.000	9.95	160.49	0	0	271.27	0.11	271.16
0+060.000	2.2	121.5	0	0	392.77	0.11	392.66
0+080.000	0	22	0.29	2.91	414.77	3.02	411.75
0+100.000	0.97	9.73	0.04	3.27	424.5	6.29	418.21
0+120.000	7.92	87.14	0	0.39	511.64	6.68	504.97
0+140.000	15.33	232.57	0	0	744.22	6.68	737.54
0+160.000	13.22	285.43	0	0	1029.65	6.68	1022.97
0+180.000	3.26	165.09	0.08	0.75	1194.74	7.43	1187.32
0+200.000	3.5	67.41	0	0.74	1262.15	8.17	1253.98
0+220.000	3.18	66.14	0	0.06	1328.29	8.23	1320.06
0+240.000	1.52	47.01	0.05	0.54	1375.3	8.77	1366.54
0+260.000	4.6	61.2	0	0.47	1436.51	9.24	1427.27
0+280.000	0.91	55.1	0	0.03	1491.61	9.26	1482.35
0+300.000	0	9.15	0.46	4.61	1500.76	13.88	1486.88
0+320.000	0.02	0.2	0.42	8.82	1500.96	22.7	1478.26
0+340.000	1.31	13.35	0.61	10.32	1514.31	33.02	1481.29
0+360.000	0.9	22.11	2.96	35.64	1536.42	68.66	1467.76
0+380.000	6.15	70.58	1.5	44.44	1607	113.1	1493.91
0+400.000	15.86	226.15	0	14.34	1833.16	127.44	1705.72
0+420.000	19.52	355.23	0	0	2188.38	127.44	2060.94
0+440.000	17.09	366.15	0	0	2554.53	127.44	2427.09
0+460.000	27.78	448.69	0	0	3003.21	127.44	2875.77
0+480.000	15.33	431.02	0	0	3434.24	127.44	3306.8
0+500.000	43.52	588.4	0	0	4022.64	127.44	3895.2
0+520.000	33.38	768.94	0	0	4791.58	127.44	4664.14
0+540.000	42.5	762.54	0	0	5554.12	127.44	5426.68
0+560.000	66.78	1064.98	0	0	6619.1	127.44	6491.66
0+580.000	66.34	1318.05	0	0	7937.15	127.44	7809.71
0+600.000	41.62	1049.76	0	0	8986.91	127.44	8859.47
0+620.000	68.38	1090.86	0	0	10077.77	127.44	9950.33
0+640.000	51.45	1177.67	0	0	11255.44	127.44	11128
0+660.000	98.3	1287.29	0	0	12542.73	127.44	12415.29
0+680.000	89.85	1665.85	0	0	14208.58	127.44	14081.14
0+700.000	82.09	1678.64	0	0	15887.22	127.44	15759.78
0+720.000	0	771.89	0	0	16659.11	127.44	16531.67
0+740.000	20.33	196.88	0	0	16855.99	127.44	16728.55
0+760.000	3.13	234.55	0	0.01	17090.55	127.45	16963.09
0+780.000	0	31.27	3.63	36.32	17121.82	163.77	16958.05
0+800.000	0	0	13.32	169.54	17121.82	333.3	16788.51
0+820.000	0	0	28.5	418.25	17121.82	751.55	16370.26
0+840.000	0	0	26.85	543.95	17121.82	1295.51	15826.31
0+860.000	0	0	29.58	564.33	17121.82	1859.84	15261.98
0+880.000	0	0	20.92	506.37	17121.82	2366.21	14755.6
0+900.000	0	0.01	10.82	322.19	17121.83	2688.4	14433.42
0+920.000	8.52	84.76	6.33	172.23	17206.59	2860.64	14345.95
0+940.000	9.12	176.45	7.33	136.63	17383.04	2997.26	14385.78
0+960.000	3.83	129.53	15.91	232.43	17512.58	3229.69	14282.89
0+980.000	0	38.33	27.08	429.92	17550.91	3659.61	13891.3
1+000.000	0	0	39.09	679.17	17550.91	4338.78	13212.13
1+020.000	0	0	31.29	707.03	17550.91	5045.81	12505.1
1+040.000	0	0	33.08	643.68	17550.91	5689.49	11861.42
1+060.000	0	0	23.92	569.94	17550.91	6259.43	11291.48
1+080.000	12.44	126.41	0.18	234.99	17677.32	6494.42	11182.9
1+100.000	20.77	334.55	0	1.75	18011.87	6496.16	11515.7

INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

VÍA CALAMACA - CHIQUIURCO

Ubicación:

Provincia: Tungurahua **Abscisa inicial:** 0+000.000
 Cantón: Ambato **Abscisa final:** 4+009.219
 Parroquia: San Fernando

Abscisa	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de relleno (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte acumul. (m ³)	Volumen de relleno acumul. (m ³)	Vol. neto acumul. (m ³)
1+120.000	34.11	556	0	0	18567.87	6496.16	12071.7
1+140.000	9.92	452.13	0	0.04	19019.99	6496.2	12523.79
1+160.000	17.07	277.22	2.49	23.1	19297.21	6519.3	12777.91
1+180.000	4.58	216.44	14.47	169.65	19513.65	6688.95	12824.7
1+200.000	0	45.77	47.13	616.08	19559.42	7305.03	12254.4
1+220.000	0	0	32.92	800.54	19559.42	8105.57	11453.86
1+240.000	0	0	43.98	769.03	19559.42	8874.6	10684.83
1+260.000	0	0	32.33	763.13	19559.42	9637.73	9921.7
1+280.000	23.76	237.57	14.5	468.35	19796.99	10106.07	9690.92
1+300.000	10.23	339.85	15.03	295.39	20136.84	10401.46	9735.38
1+320.000	6.84	170.63	11.31	263.41	20307.48	10664.87	9642.6
1+340.000	41.22	476.7	0.04	114.45	20784.17	10779.32	10004.85
1+360.000	47.77	889.93	0	0.4	21674.1	10779.73	10894.37
1+380.000	13.77	597.58	0.02	0.19	22271.68	10779.92	11491.76
1+400.000	24.08	368.08	0	0.2	22639.76	10780.11	11859.65
1+420.000	25.93	500.15	0	0	23139.91	10780.12	12359.8
1+440.000	32.71	586.4	0	0	23726.31	10780.12	12946.2
1+460.000	21.73	525.2	0	0	24251.52	10780.12	13471.4
1+480.000	11.85	309.75	0	0	24561.26	10780.12	13781.15
1+500.000	16.77	286.17	2.15	21.5	24847.43	10801.62	14045.81
1+520.000	2.44	192.09	11.71	138.59	25039.53	10940.21	14099.32
1+540.000	0	24.67	34.02	452.81	25064.19	11393.02	13671.17
1+560.000	0	0	30.28	611.51	25064.19	12004.53	13059.66
1+580.000	0	0	14.43	444.23	25064.19	12448.75	12615.44
1+600.000	0	0	2.69	171.16	25064.19	12619.92	12444.27
1+620.000	7.96	79.58	0.35	30.43	25143.78	12650.35	12493.43
1+640.000	1.66	99.05	2.11	23.63	25242.82	12673.97	12568.85
1+660.000	14.82	174.88	7.47	90.34	25417.7	12764.32	12653.38
1+680.000	0	154.52	46.05	517.68	25572.23	13282	12290.23
1+700.000	0	0	53.02	990.78	25572.23	14272.78	11299.45
1+720.000	0	0	51.45	1026.51	25572.23	15299.28	10272.94
1+740.000	0	0	53.47	1049.23	25572.23	16348.51	9223.71
1+760.000	0	0	33.68	871.5	25572.23	17220.01	8352.21
1+780.000	4.64	46.44	14.46	481.35	25618.67	17701.36	7917.31
1+800.000	6.61	112.52	2.56	170.17	25731.19	17871.53	7859.66
1+820.000	19.46	260.63	0	25.6	25991.82	17897.13	8094.69
1+840.000	35	544.56	0	0	26536.39	17897.13	8639.26
1+860.000	49.92	849.26	0	0	27385.65	17897.13	9488.51
1+880.000	39.82	878.5	0	0	28264.15	17897.13	10367.02
1+900.000	48.31	883.61	0	0	29147.75	17897.13	11250.62
1+920.000	61.87	1125.33	0	0	30273.08	17897.13	12375.95
1+940.000	73.99	1358.6	0	0	31631.68	17897.13	13734.55
1+960.000	60.56	1345.51	0	0	32977.19	17897.13	15080.06
1+980.000	49.27	1098.29	0	0	34075.48	17897.13	16178.35
2+000.000	26.16	754.23	0	0	34829.71	17897.13	16932.58
2+020.000	43.18	693.41	0	0	35523.12	17897.13	17625.99
2+040.000	49.93	931.09	0	0	36454.21	17897.13	18557.08
2+060.000	46.98	969.11	0	0	37423.32	17897.13	19526.18
2+080.000	21.9	688.83	0	0	38112.14	17897.13	20215.01
2+100.000	17.29	391.92	0	0	38504.07	17897.13	20606.94
2+120.000	4.8	222.37	0	0.01	38726.44	17897.14	20829.29
2+140.000	2.24	71.22	0.14	1.3	38797.66	17898.44	20899.22
2+160.000	3.04	53.19	0.47	5.98	38850.85	17904.43	20946.43
2+180.000	21.01	240.55	0	4.73	39091.4	17909.15	21182.25
2+200.000	34.68	556.95	0	0	39648.35	17909.15	21739.19

INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

VÍA CALAMACA - CHIQUIURCO

Ubicación:

Provincia:	Tungurahua	Abscisa inicial:	0+000.000
Cantón:	Ambato	Abscisa final:	4+009.219
Parroquia:	San Fernando		

Abscisa	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de relleno (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte acumul. (m ³)	Volumen de relleno acumul. (m ³)	Vol. neto acumul. (m ³)
2+220.000	36.38	641.31	0	0	40289.66	17909.15	22380.51
2+240.000	47.81	841.9	0	0	41131.56	17909.15	23222.41
2+260.000	34.72	825.24	0	0	41956.8	17909.15	24047.64
2+280.000	20.84	555.52	0	0	42512.32	17909.15	24603.16
2+300.000	17.34	377.81	0	0	42890.13	17909.15	24980.97
2+320.000	11.68	284.87	6.99	73.17	43175	17982.33	25192.67
2+340.000	16.87	285.5	6.16	131.5	43460.5	18113.83	25346.67
2+360.000	1.89	187.64	33.04	391.99	43648.14	18505.82	25142.32
2+380.000	1.91	38.4	23.77	557.83	43686.54	19063.65	24622.89
2+400.000	0.97	29.55	2.08	239.55	43716.09	19303.19	24412.9
2+420.000	5.92	70.93	0.32	22.54	43787.02	19325.74	24461.28
2+440.000	0	59.22	2.7	30.12	43846.24	19355.86	24490.37
2+460.000	0	0.01	1.98	43.88	43846.25	19399.75	24446.5
2+480.000	79.89	805.1	0	19.85	44651.35	19419.59	25231.76
2+500.000	197.32	2772.11	0	0	47423.46	19419.59	28003.87
2+520.000	124.33	3216.5	0	0	50639.96	19419.59	31220.36
2+540.000	70.81	1951.4	0	0	52591.36	19419.59	33171.77
2+560.000	49.47	1202.8	0	0	53794.16	19419.59	34374.56
2+580.000	17.63	670.96	0	0	54465.11	19419.59	35045.52
2+600.000	10.64	282.69	0.62	6.25	54747.81	19425.84	35321.96
2+620.000	23.61	342.49	8.11	87.32	55090.3	19513.16	35577.14
2+640.000	36.13	587.84	0.11	83.7	55678.13	19596.86	36081.27
2+660.000	45.15	791.71	0	1.12	56469.85	19597.98	36871.86
2+680.000	50.02	863.1	0	0	57332.95	19597.98	37734.97
2+700.000	21.12	699.17	6.79	71.24	58032.12	19669.22	38362.9
2+720.000	14.37	354.83	11.05	178.42	58386.95	19847.65	38539.31
2+740.000	10.97	255.36	2.68	135.03	58642.32	19982.68	38659.64
2+760.000	34.9	474.03	0	25.29	59116.35	20007.97	39108.37
2+780.000	12.27	481.02	8.25	79.96	59597.36	20087.93	39509.44
2+800.000	3.72	159.85	18.53	267.76	59757.21	20355.69	39401.52
2+820.000	0	37.19	35.89	544.17	59794.41	20899.86	38894.55
2+840.000	0	0	49.8	836.05	59794.41	21735.9	38058.5
2+860.000	0	0	54.29	1015.28	59794.41	22751.19	37043.22
2+880.000	0	0	62.27	1020.35	59794.41	23771.53	36022.87
2+900.000	0	0	83.67	1459.39	59794.41	25230.92	34563.49
2+920.000	0	0	96.43	1950.1	59794.41	27181.02	32613.38
2+940.000	0	0	99.31	2142.31	59794.41	29323.33	30471.08
2+960.000	0	0	94.03	1994.62	59794.41	31317.95	28476.46
2+980.000	0	0	89.32	1844.43	59794.41	33162.38	26632.03
3+000.000	0	0	93.65	1838.76	59794.41	35001.14	24793.27
3+020.000	0	0	43.65	1377.99	59794.41	36379.12	23415.28
3+040.000	0	0	29.94	709.92	59794.41	37089.04	22705.37
3+060.000	6.68	66.84	7.46	374	59861.25	37463.04	22398.21
3+080.000	61.95	686.36	0	74.58	60547.61	37537.62	23009.99
3+100.000	86.04	1479.91	0	0	62027.52	37537.62	24489.9
3+120.000	75.22	1612.54	0	0	63640.05	37537.62	26102.44
3+140.000	48.33	1235.42	0	0	64875.48	37537.62	27337.86
3+160.000	41.96	902.85	0	0	65778.33	37537.62	28240.71
3+180.000	56.6	985.54	0	0	66763.87	37537.62	29226.26
3+200.000	37.02	936.12	0	0	67699.99	37537.62	30162.37
3+220.000	29.36	663.78	0	0	68363.77	37537.62	30826.15
3+240.000	28.86	575.06	0	0	68938.83	37537.62	31401.21
3+260.000	11.08	396	0	0	69334.83	37537.62	31797.21
3+280.000	17.27	283.5	0	0	69618.33	37537.62	32080.71
3+300.000	27.29	445.59	0	0	70063.91	37537.62	32526.29

INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

VÍA CALAMACA - CHIQUIURCO

Ubicación:

Provincia: Tungurahua **Abscisa inicial:** 0+000.000
 Cantón: Ambato **Abscisa final:** 4+009.219
 Parroquia: San Fernando

Abscisa	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de relleno (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte acumul. (m ³)	Volumen de relleno acumul. (m ³)	Vol. neto acumul. (m ³)
3+320.000	17.19	444.79	0	0	70508.7	37537.62	32971.09
3+340.000	5.09	222.8	7.6	75.99	70731.51	37613.61	33117.9
3+360.000	0	52	11.26	185.62	70783.51	37799.23	32984.27
3+380.000	0	0	29.56	361.38	70783.51	38160.61	32622.9
3+400.000	3.11	32.74	5.84	336.55	70816.24	38497.16	32319.09
3+420.000	14.39	170.63	0	61.19	70986.87	38558.35	32428.52
3+440.000	28.72	409.91	0	0	71396.78	38558.35	32838.43
3+460.000	41.18	679.85	0	0	72076.64	38558.35	33518.29
3+480.000	43.3	844.86	0	0	72921.49	38558.35	34363.14
3+500.000	40.25	839.63	0	0	73761.12	38558.35	35202.77
3+520.000	55.57	1021.57	0	0	74782.69	38558.35	36224.34
3+540.000	52.81	1083.76	0	0	75866.45	38558.35	37308.1
3+560.000	42.21	865.05	0	0	76731.5	38558.35	38173.15
3+580.000	27.31	684.71	0	0	77416.21	38558.35	38857.86
3+600.000	19.5	472.21	0	0	77888.42	38558.35	39330.07
3+620.000	3.12	227.05	0	0	78115.47	38558.35	39557.12
3+640.000	2.68	58.56	4.58	44.63	78174.03	38602.98	39571.05
3+660.000	0	23.72	19.24	259.87	78197.75	38862.86	39334.9
3+680.000	0	0	36.39	556.29	78197.75	39419.14	38778.61
3+700.000	4.24	42.37	15.19	515.75	78240.12	39934.89	38305.24
3+720.000	1.15	53.84	30.5	456.82	78293.97	40391.71	37902.26
3+740.000	0	11.53	28.84	593.38	78305.5	40985.09	37320.4
3+760.000	0	0.05	29.65	584.89	78305.55	41569.98	36735.57
3+780.000	0	0	15.72	461.41	78305.55	42031.39	36274.16
3+800.000	5.07	49.21	0	162.63	78354.76	42194.02	36160.74
3+820.000	4.97	100.61	0.05	0.53	78455.37	42194.56	36260.82
3+840.000	3.74	88.92	0	0.49	78544.3	42195.05	36349.25
3+860.000	1.01	48.31	0.42	4.06	78592.6	42199.11	36393.49
3+880.000	3.42	44.36	0.42	8.37	78636.96	42207.48	36429.48
3+900.000	5.22	86.42	0	4.18	78723.38	42211.67	36511.71
3+920.000	5.67	108.9	0	0	78832.28	42211.67	36620.61
3+940.000	9.05	147.15	0	0	78979.43	42211.67	36767.77
3+960.000	11.67	207.15	0	0	79186.58	42211.67	36974.91
3+980.000	10.07	217.41	0	0	79403.99	42211.67	37192.32
4+000.000	6.98	171.24	0	0.01	79575.23	42211.68	37363.55
4+009.219	3.05	46.24	0.39	1.81	79621.47	42213.49	37407.98

ANEXO D.

Conteo vehicular



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	18/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 1:	Lunes		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de dos ejes	3S3 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de tres ejes			
7:00 - 7:15	4	0	0	1	0	0	0	0	1	5	
7:15 - 7:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
7:30 - 7:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
7:45 - 8:00	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	14
8:00 - 8:15	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	12
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	3
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
18:00 - 18:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
18:15 - 18:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
18:30 - 18:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9
TOTAL	41	0							4	45	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	19/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 2:	Martes		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de dos ejes	3S3 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de tres ejes			
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
8:15 - 8:30	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	6
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:30 - 10:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 13:15	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13:45 - 14:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
18:00 - 18:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
18:15 - 18:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
18:30 - 18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
TOTAL	33	0							3	36	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	20/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 3:	Miércoles		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de dos ejes	3S3 Tracto camión de tres ejes y semiremolque de tres ejes			
7:00 - 7:15	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
7:15 - 7:30	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
8:00 - 8:15	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
18:00 - 18:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
18:15 - 18:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
18:30 - 18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
TOTAL	28	0							3	31	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	21/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 4:	Jueves		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tractocamión de tres ejes y semiremolque de dos ejes	3S3 Tractocamión de tres ejes y semiremolque de tres ejes			
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7:15 - 7:30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
8:30 - 8:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
18:00 - 18:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7
18:15 - 18:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
18:30 - 18:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
TOTAL	36	0							2	38	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	22/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 5:	Viernes		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tracto camión de tres ejes y semiremoque de dos ejes	3S3 Tracto camión de tres ejes y semiremoque de tres ejes			
7:00 - 7:15	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	
7:15 - 7:30	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7:45 - 8:00	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	9
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:00 - 13:15	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
18:00 - 18:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
18:15 - 18:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
18:30 - 18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18:45 - 19:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7
TOTAL	33	0							4	37	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	23/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 6:	Sábado		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tracto camión de tres ejes y semiremoque de dos ejes	3S3 Tracto camión de tres ejes y semiremoque de tres ejes			
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
8:00 - 8:15	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
8:30 - 8:45	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18:00 - 18:15	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4
18:15 - 18:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
18:30 - 18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
TOTAL	39	0							3	42	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

CONTEO VEHICULAR

DATOS	Fecha:	24/10/2021	Ubicación:	Abscisa 0+000
	Día 7:	Domingo		
	Conteo:	Ambos sentidos	Realizado por:	Erika Moreta

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	ACUMULADO POR HORA
			2DA Camión de dos ejes medianos	2DB Camión de dos ejes grandes	3A Camión de tres ejes	4C Camión de cuatro ejes	3S2 Tractor camión de tres ejes y semiremolque de dos ejes	3S3 Tractor camión de tres ejes y semiremolque de tres ejes			
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:45 - 16:00	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	5
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
17:15 - 17:30	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18:00 - 18:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
18:15 - 18:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18:30 - 18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18:45 - 19:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
TOTAL	38	0							2	40	

ANEXO E.

Estudio de suelos

MUESTRA N°1

Ubicación

Abscisa: 0+000

Ensayos

- Granulometría
- Contenido de Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	0+000	Fecha:	30/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Normas: AASHTO T265
ASTM D 2216
INEN 690

Determinación del contenido de humedad

N° Recipiente		30	85
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	115.00	136.50
Peso muestra seca + recipiente	gr	106.80	125.10
Peso agua	gr	8.20	11.40
Peso recipiente	gr	33.30	33.00
Peso muestra seca	gr	73.50	92.10
Contenido de humedad	%	11.16	12.38
Contenido de humedad promedio	%	11.77	
Clasificación del suelo según SUCS		Arena bien graduada con limo	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	0+000	Fecha:	31/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

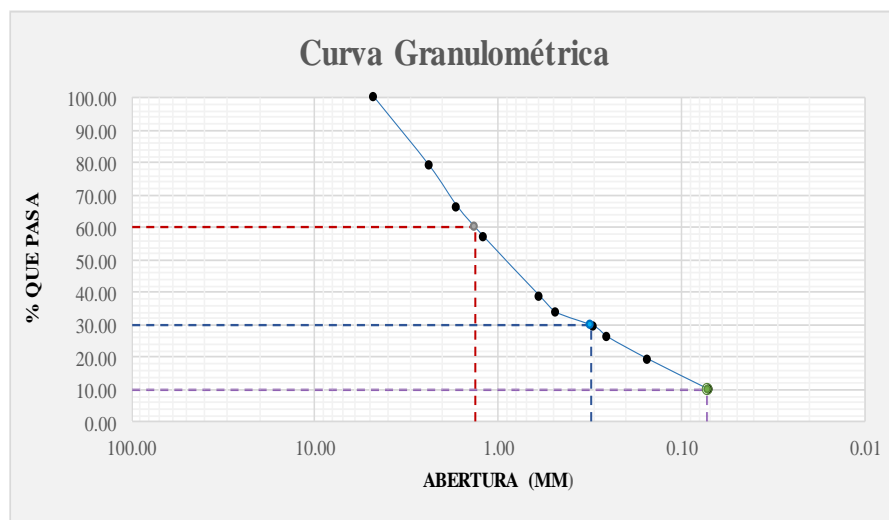
ENSAYO 2: GRANULOMETRÍA

Normas: AASHTO T-87-70
 ASTM D-421-58
 INEN 696

1. Determinación de la granulometría de los suelos

Tamiz	Abertura	Peso Retenido/Acumulado	%	%
	mm	gr	Retenido	Que pasa
N°4	4.70	0	0.00	100.00
N°8	2.36	210.30	21.03	78.97
N°10	1.66	336.40	33.64	66.36
N°16	1.19	430.20	43.02	56.98
N°30	0.59	613.20	61.32	38.68
N°40	0.48	662.90	66.29	33.71
N°50	0.30	705.70	70.57	29.43
N°60	0.25	740.20	74.02	25.98
N°100	0.15	808.90	80.89	19.11
N°200	0.07	902.55	90.26	9.75
Pasa N°200		97.45	9.75	
TOTAL INICIAL		1000.00		

2. Gráfico de Distribución Granulométrica



3. Determinación de los coeficientes del suelo

D10 (mm) =	0.072	Cu =	D60/D10	18.47
D30 (mm) =	0.31	Cc =	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1.004
D60 (mm) =	1.33	TNM =	mm	1.66



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	0+000	Fecha:	02/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

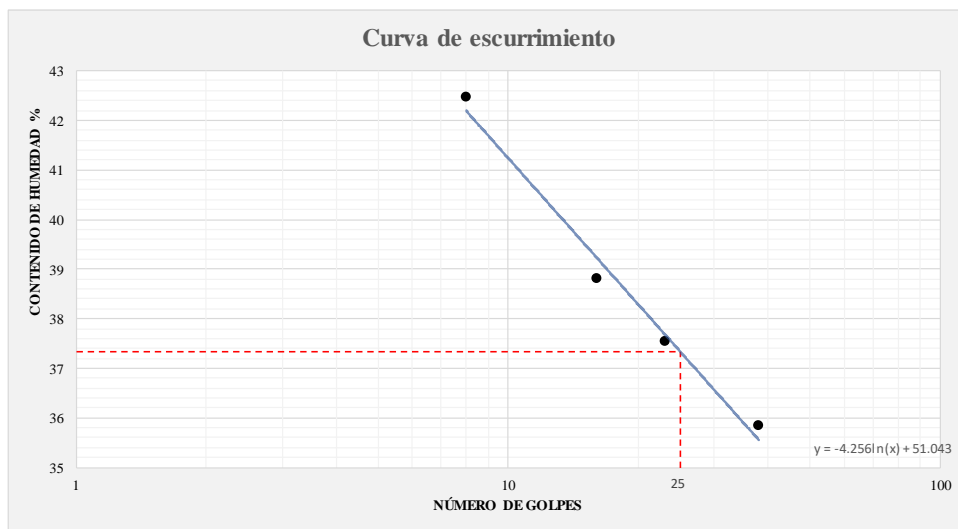
ENSAYO 3: LÍMITES DE ATTERBERG

Normas:	AASHTO T-90-70
	ASTM D-424-71
	INEN 691

1. Determinación del Límite Líquido

Recipiente	N°	02	47	73	05	25	36	90	39
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	22.00	22.31	25.18	24.90	21.46	23.29	27.56	28.34
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	18.68	18.94	21.27	21.00	18.53	19.92	23.23	23.91
Peso del agua	gr	3.32	3.37	3.91	3.90	2.93	3.37	4.33	4.43
Peso del recipiente	gr	10.91	10.96	11.16	10.99	10.64	11.04	11.06	11.65
Peso de la muestra seca	gr	7.77	7.98	10.11	10.01	7.89	8.88	12.17	12.26
Contenido de humedad	%	42.73	42.23	38.67	38.96	37.14	37.95	35.58	36.13
Contenido de humedad promedio	%	42.48		38.82		37.54		35.86	
Rango de golpes		0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes		8		16		23		38	
Límite Líquido	LL%	37.34							

Gráfico de la curva de escurrimiento



2. Determinación del Límite Plástico

Recipiente		42	07	82	2	11
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	6.60	11.01	11.62	11.11	11.55
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	6.48	10.90	11.42	10.99	11.34
Peso del agua	gr	0.12	0.11	0.20	0.12	0.21
Peso del recipiente	gr	6.09	10.54	10.78	10.59	10.66
Peso de la muestra seca	gr	0.39	0.36	0.64	0.40	0.68
Contenido de humedad	%	30.77	30.56	31.25	30.00	30.88
Contenido de humedad promedio LP	%	30.69				
Índice plástico $I_p = LL\% - LP\%$	%	6.65				
Clasificación del suelo	AASHTO	A-2-4	Material granular limoso			
	SUCS	SW-SM	Arena bien graduada con limo			



TEMA:

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa: 0+000	Fecha: 06/09/2021	Realizado por: Erika Moreta
Muestra: Sub rasante	Profundidad: 50cm	Revisado por: Ing. Favio Portilla

ENSAYO 4: PROCTOR MODIFICADO

Normas: AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde (gr):	12744
Número de Capas:	5	Peso del martillo: (lb)	10	Volumen del Molde (cm ³):	2290,536
Energía de Compactación	51923	Normas:	AASHTO T-180	Tamiz	N°4

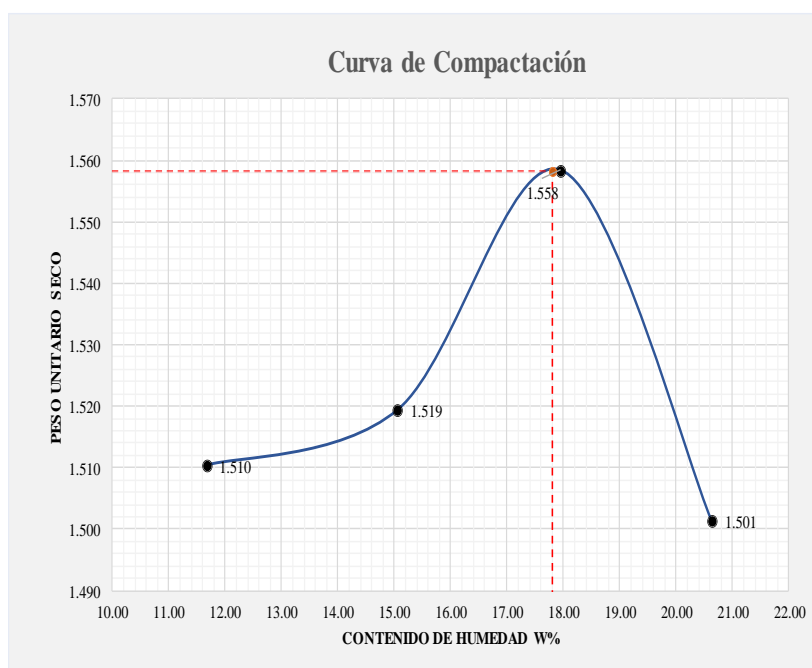
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	9	12	15	18
P. molde + Suelo húmedo (gr)	16607	16748	16954	16892
Peso del suelo húmedo Wm (gr)	3863	4004	4210	4148
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.687	1.748	1.838	1.811

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente N°	46	102	58	11	70	04	76	06
Peso del recipiente (gr)	24.84	31.57	30.88	30.85	57.54	31.89	30.72	34.56
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	102.31	109.40	103.76	109.99	121.30	156.80	115.10	172.80
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	94.08	101.41	94.23	99.63	111.70	137.60	100.90	148.80
Peso del agua (gr)	8.23	7.99	9.53	10.36	9.60	19.20	14.20	24.00
Peso de la muestra seca (gr)	69.24	69.84	63.35	68.78	54.16	105.71	70.18	114.24
Contenido de humedad (%)	11.89	11.44	15.04	15.06	17.73	18.16	20.23	21.01
Contenido de humedad promedio (%)	11.66		15.05		17.94		20.62	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.510		1.519		1.558		1.501	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



γ_d seca máxima : 1.558 gr/cm³

w% óptimo : 17.8 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	0+000	Fecha:	20/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 5: CBR

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Tipo:	PROCTOR MODIFICADO		Peso del martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T 180		Altura de caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. hum óptimo (%):	17.80%		
MOLDE	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13
	Altura:	12.74	Altura:	12.77	Altura:	12.88

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R

Ensayo	1	2	3
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes	56	27	11

DATOS ANTES DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	10197	12483	12362
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	4372	4152	3998
Volumen de la muestra (cm ³)	2290.54	2295.93	2315.71
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.909	1.808	1.726

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Recipiente N°	46	102	4	6	76	70
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	153	145.1	187	214.2	146.8	166
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	128.6	123.4	157	179.7	123.1	144.4
Peso del recipiente (gr)	24.8	31.2	31.9	34.6	30.7	57.6
Peso del agua (gr)	24.4	21.7	30	34.5	23.7	21.6
Peso de la muestra húmeda seca (gr)	103.8	92.2	125.1	145.1	92.4	86.8
Contenido de humedad %	23.51	23.54	23.98	23.78	25.65	24.88
Contenido de humedad promedio %	23.52		23.88		25.27	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.545		1.460		1.378	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	10292	12663	12600
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	4467	4332	4236
Masa agua absorbida	95	180	238
% Agua absorbida	2.17	4.34	5.95

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recipiente N°	30	82	93	82	1	96
Peso de la muestra húmeda + recipiente	185.1	176	179	115.5	192.2	168.9
Peso de la muestra seca + recipiente	149.5	142.1	143.5	96.99	151.2	135.6
Peso del recipiente	33.5	30.6	33.5	30.9	32.2	31.5
Peso del agua	35.6	33.9	35.5	18.51	41	33.3
Peso de la muestra húmeda seca	116	111.5	110	66.09	119	104.1
Contenido de humedad %	30.69	30.40	32.27	28.01	34.45	31.99
Contenido de humedad promedio %	30.55		30.14		33.22	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	0+000	Fecha:	23/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO CBR

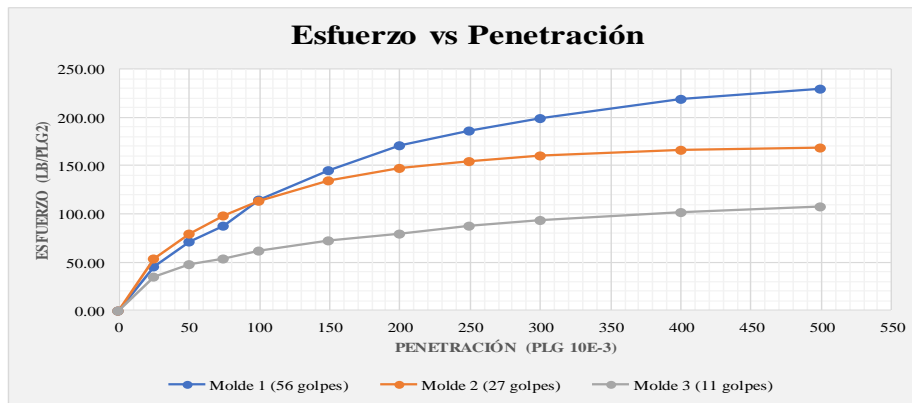
Norma: ASTM D - 1883

PENETRACIÓN		1 - 56 golpes		2 - 27 golpes		3 - 11 golpes	
		Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída
plg*10 ⁻³	mm	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.64	136.10	45.37	163.30	54.43	106.00	35.33
50	1.27	213.00	71.00	239.70	79.90	143.00	47.67
75	1.91	263.30	87.77	296.80	98.93	163.30	54.43
100	2.54	343.00	114.33	339.60	113.20	186.20	62.07
150	3.81	436.00	145.33	403.60	134.53	219.00	73.00
200	5.08	512.00	170.67	443.00	147.67	240.00	80.00
250	6.35	559.20	186.40	465.00	155.00	263.30	87.77
300	7.62	599.00	199.67	480.60	160.20	279.40	93.13
400	10.16	657.00	219.00	500.00	166.67	305.80	101.93
500	12.70	689.00	229.67	507.70	169.23	323.00	107.67

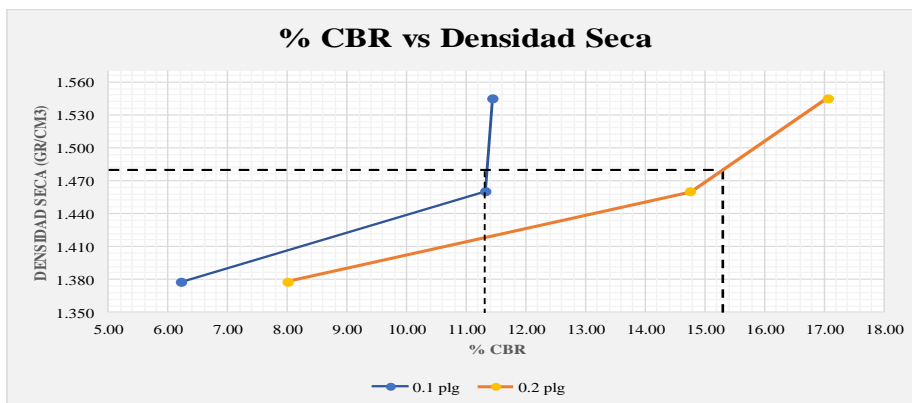
PORCENTAJES CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión lb/pulg ²	CBR 0,1plg %	Presión lb/pulg ²	CBR 0,2plg %	Densidad Seca (gr/cm ³)
1	114.33	11.43	170.67	17.07	1.545
2	113.20	11.32	147.67	14.77	1.460
3	62.07	6.21	80.00	8.00	1.378

GRÁFICA ESFUERZO vs PENETRACIÓN



GRÁFICA % CBR vs DENSIDAD SECA



Densidad Seca Máxima:	Densidad Seca 95%	%CBR MAYOR
1.558 gr/cm ³	95% = 1.480 gr/cm ³	15.3

MUESTRA N°2

Ubicación

Abscisa: 1+000

Ensayos

- Granulometría
- Contenido de Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	30/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Normas: AASHTO T265
ASTM D 2216
INEN 690

Determinación del contenido de humedad

N° Recipiente		11	84
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	134.60	182.90
Peso muestra seca + recipiente	gr	122.40	164.90
Peso agua	gr	12.20	18.00
Peso recipiente	gr	30.90	32.40
Peso muestra seca	gr	91.50	132.50
Contenido de humedad	%	13.33	13.58
Contenido de humedad promedio	%	13.46	
Clasificación del suelo según SUCS		Arena mal graduada con grava	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	31/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

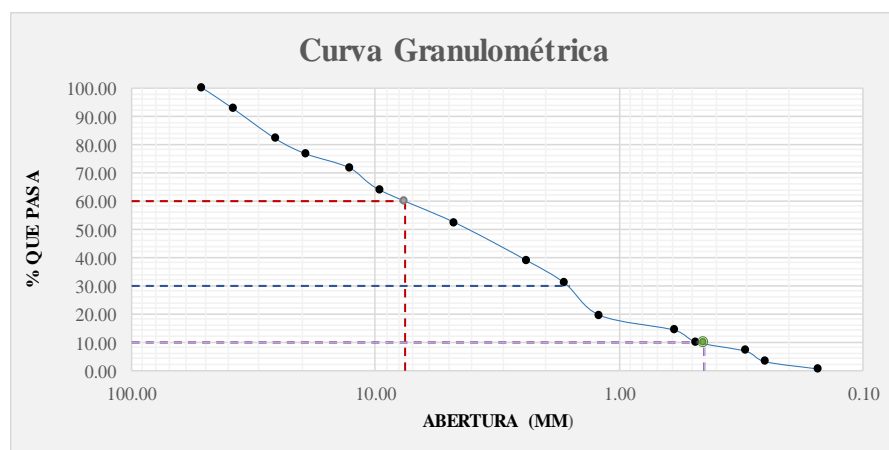
ENSAYO 2: GRANULOMETRÍA

Normas: AASHTO T-87-70
ASTM D-421-58
INEN 696

1. Determinación de la granulometría de los suelos

Tamiz	Abertura	Peso Retenido/Acumulado	%	%
	mm	gr	Retenido	Que pasa
2"	50.80	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	725	7.25	92.75
1"	25.40	1803	18.03	81.97
3/4"	19.05	2336	23.36	76.64
1/2"	12.70	2824	28.24	71.76
3/8"	9.53	3610	36.10	63.90
Nº4	4.70	4761	47.61	52.39
Pasa Nº4		5239	52.39	
Nº8	2.36	120.40	6.31	46.08
Nº10	1.66	259.50	13.60	38.79
Nº16	1.19	410.30	21.50	30.89
Nº30	0.59	628.00	32.90	19.49
Nº40	0.48	727.60	38.12	14.27
Nº50	0.30	808.70	42.37	10.02
Nº60	0.25	870.80	45.62	6.77
Nº100	0.15	940.90	49.29	3.10
Nº200	0.07	991.70	51.96	0.43
Pasa Nº200		8.30	0.43	
TOTAL INICIAL		10000		
Peso del cuarteo		1000		

2. Gráfico de Distribución Granulométrica



3. Determinación de los coeficientes del suelo

D10 (mm) =	0.45	Cu =	D60/D10	16.89
D30 (mm) =	1.6	Cc =	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.75
D60 (mm) =	7.6	TNM =	mm	38.10



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	02/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

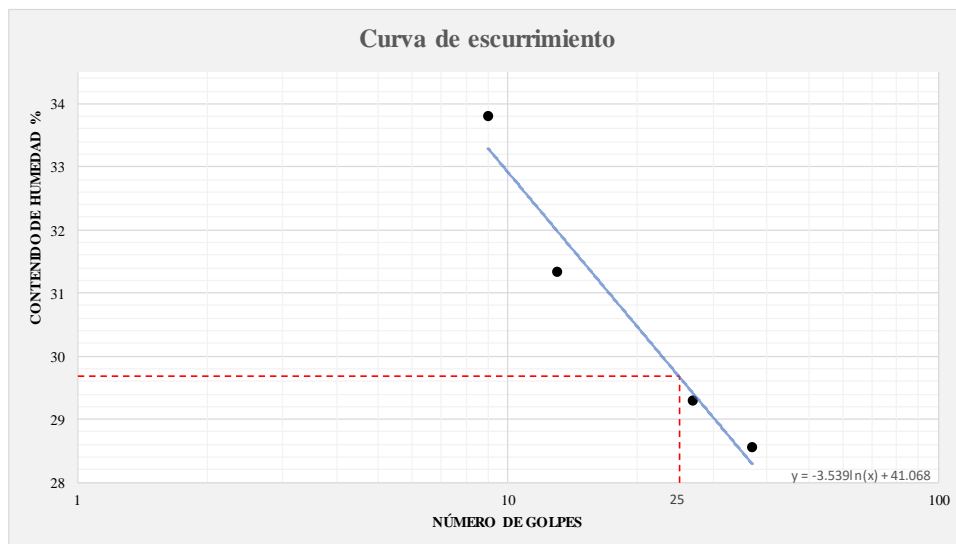
ENSAYO 3: LÍMITES DE ATTERBERG

Normas: AASHTO T-90-70
 ASTM D-424-71
 INEN 691

1. Determinación del Límite Líquido

Recipiente	Nº	07	16	37	23	06	64	33	14
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	36.97	32.18	29.59	30.63	25.71	24.84	26.72	26.52
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	32.07	26.87	25.28	25.92	22.30	21.80	23.25	23.09
Peso del agua	gr	4.90	5.31	4.31	4.71	3.41	3.04	3.47	3.43
Peso del recipiente	gr	17.60	11.13	11.32	11.11	10.84	11.25	11.06	11.11
Peso de la muestra seca	gr	14.47	15.74	13.96	14.81	11.46	10.55	12.19	11.98
Contenido de humedad	%	33.86	33.74	30.87	31.80	29.76	28.82	28.47	28.63
Contenido de humedad promedio	%	33.80		31.34		29.29		28.55	
Rango de golpes		0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes		9		13		27		37	
Límite Líquido	LL%	29.68							

Gráfico de la curva de escurrimiento



1. Determinación del Límite Plástico

Recipiente		11	792	24	54	41
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	7.02	16.04	7.03	7.01	6.97
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	6.83	15.84	6.86	6.80	6.77
Peso del agua	gr	0.19	0.20	0.17	0.21	0.20
Peso del recipiente	gr	6.07	15.04	6.23	6.02	6.13
Peso de la muestra seca	gr	0.76	0.80	0.63	0.78	0.64
Contenido de humedad	%	25.00	25.00	26.98	26.92	31.25
Contenido de humedad promedio LP	%	25.98				
Índice plástico $I_p = LL\% - LP\%$	%	3.70				
Clasificación del suelo	AASHTO	A-1a Fragmentos de piedra, grava y arena				
	SUCS	SP Arena mal graduada con grava				

**TEMA:**

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	08/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 4: PROCTOR MODIFICADO

Normas: AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES

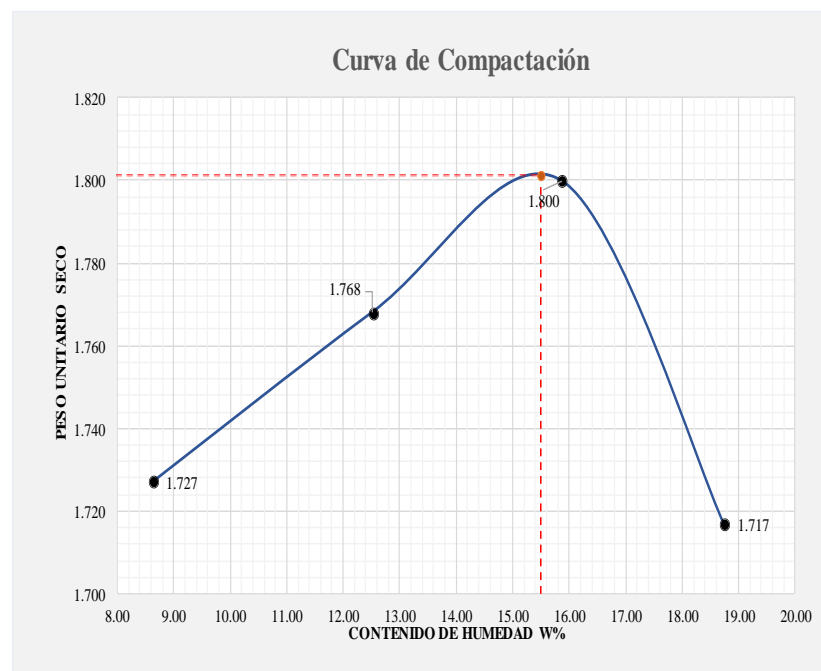
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde (gr):	12744
Número de Capas:	5	Peso del martillo: (lb)	10	Volumen del Molde (cm ³):	2290.536
Energía de Compactación	51923	Normas:	AASHTO T-180	Tamiz	N°4

1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
P. molde + Suelo húmedo (gr)	17042	17301	17521	17414
Peso del suelo húmedo Wm (gr)	4298	4557	4777	4670
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.876	1.989	2.086	2.039

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente N°	76	06	102	46	58	11	102	04
Peso del recipiente (gr)	30.80	34.60	31.40	24.80	30.90	30.90	31.60	32.10
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	131.60	185.80	116.00	145.40	125.30	142.00	164.30	176.80
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	123.90	173.30	106.50	132.10	112.70	126.40	143.40	153.90
Peso del agua (gr)	7.70	12.50	9.50	13.30	12.60	15.60	20.90	22.90
Peso de la muestra seca (gr)	93.10	138.70	75.10	107.30	81.80	95.50	111.80	121.80
Contenido de humedad (%)	8.27	9.01	12.65	12.40	15.40	16.34	18.69	18.80
Contenido de humedad promedio (%)	8.64		12.52		15.87		18.75	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.727		1.768		1.800		1.717	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

γ_d seca máxima : 1.801 gr/cm³

w% óptimo : 15.5 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	23/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 5: CBR

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Tipo:	PROCTOR MODIFICADO		Peso del martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T 180		Altura de caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. hum óptimo (%):	15.50%		
MOLDE	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13
	Altura:	12.74	Altura:	12.77	Altura:	12.88

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R

Ensayo	1	2	3
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes	56	27	11

DATOS ANTES DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	10492	12756	12403
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	4667	4425	4039
Volumen de la muestra (cm ³)	2290.54	2295.93	2315.71
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	2.038	1.927	1.744

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Recipiente N°	102	11	46	70	58	6
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	141.4	157.7	156.5	181.3	153.5	237.5
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	123.68	137.86	136.18	162.81	137.25	210.27
Peso del recipiente (gr)	31.2	30.9	24.8	57.6	30.9	34.6
Peso del agua (gr)	17.72	19.84	20.32	18.49	16.25	27.23
Peso de la muestra húmeda seca (gr)	92.48	106.96	111.38	105.21	106.35	175.67
Contenido de humedad %	19.16	18.55	18.24	17.57	15.28	15.50
Contenido de humedad promedio %	18.85		17.91		15.39	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.714		1.635		1.512	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	10569	12886	12740
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	4744	4555	4376
Masa agua absorbida	77	130	337
% Agua absorbida	1.65	2.94	8.34

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recipiente N°	96	82	4	1	30	76
Peso de la muestra húmeda + recipiente	216.85	180.05	212.44	185.55	212.65	135.8
Peso de la muestra seca + recipiente	182.5	152.8	178.3	158.8	174.8	115.6
Peso del recipiente	31.46	30.65	31.89	32.21	33.42	30.71
Peso del agua	34.35	27.25	34.14	26.75	37.85	20.2
Peso de la muestra húmeda seca	151.04	122.15	146.41	126.59	141.38	84.89
Contenido de humedad %	22.74	22.31	23.32	21.13	26.77	23.80
Contenido de humedad promedio %	22.53		22.22		25.28	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	1+000	Fecha:	27/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO CBR

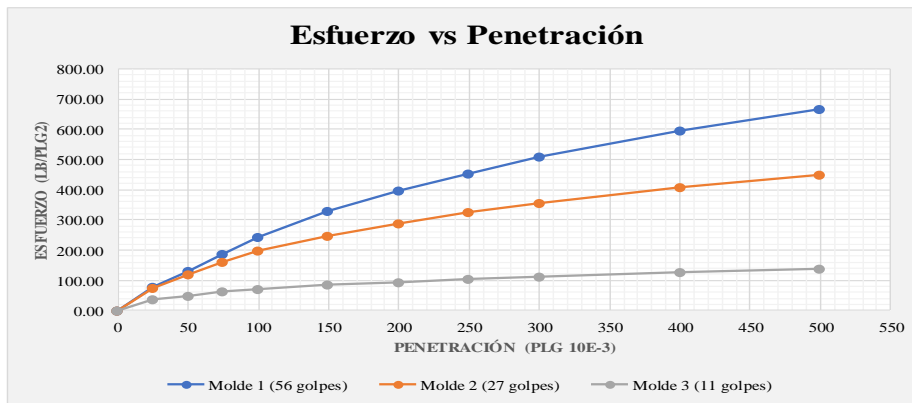
Norma: ASTM D - 1883

PENETRACIÓN		1 - 56 golpes		2 - 27 golpes		3 - 11 golpes	
		Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída
plg*10 ⁻³	mm	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.64	237.00	79.00	226.00	75.33	116.60	38.87
50	1.27	393.60	131.20	363.30	121.10	150.80	50.27
75	1.91	566.60	188.87	483.50	161.17	189.30	63.10
100	2.54	726.00	242.00	593.20	197.73	213.30	71.10
150	3.81	993.80	331.27	743.40	247.80	253.90	84.63
200	5.08	1189.30	396.43	863.90	287.97	281.20	93.73
250	6.35	1363.60	454.53	973.10	324.37	315.20	105.07
300	7.62	1533.50	511.17	1063.20	354.40	339.00	113.00
400	10.16	1793.20	597.73	1221.80	407.27	381.60	127.20
500	12.70	2003.10	667.70	1349.60	449.87	414.80	138.27

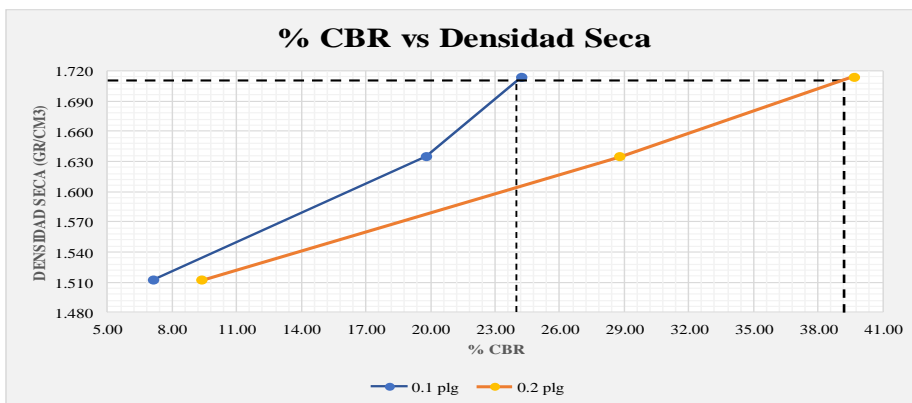
PORCENTAJES CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión lb/pulg ²	CBR 0,1plg %	Presión lb/pulg ²	CBR 0,2plg %	Densidad Seca (gr/cm ³)
1	242.00	24.20	396.43	39.64	1.714
2	197.73	19.77	287.97	28.80	1.635
3	71.10	7.11	93.73	9.37	1.512

GRÁFICA ESFUERZO vs PENETRACIÓN



GRÁFICA % CBR vs DENSIDAD SECA



Densidad Seca Máxima:	Densidad Seca 95%	%CBR MAYOR
1.801 gr/cm ³	95% = 1.711 gr/cm ³	39.2

MUESTRA N°3

Ubicación

Abscisa: 2+000

Ensayos

- Granulometría
- Contenido de Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	30/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Normas: AASHTO T265
ASTM D 2216
INEN 690

Determinación del contenido de humedad

N° Recipiente		58	76
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	105.90	103.70
Peso muestra seca + recipiente	gr	103.20	101.00
Peso agua	gr	2.70	2.70
Peso recipiente	gr	30.88	30.72
Peso muestra seca	gr	72.32	70.28
Contenido de humedad	%	3.73	3.84
Contenido de humedad promedio	%	3.79	
Clasificación del suelo según SUCS		Arena mal graduada con grava	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	31/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

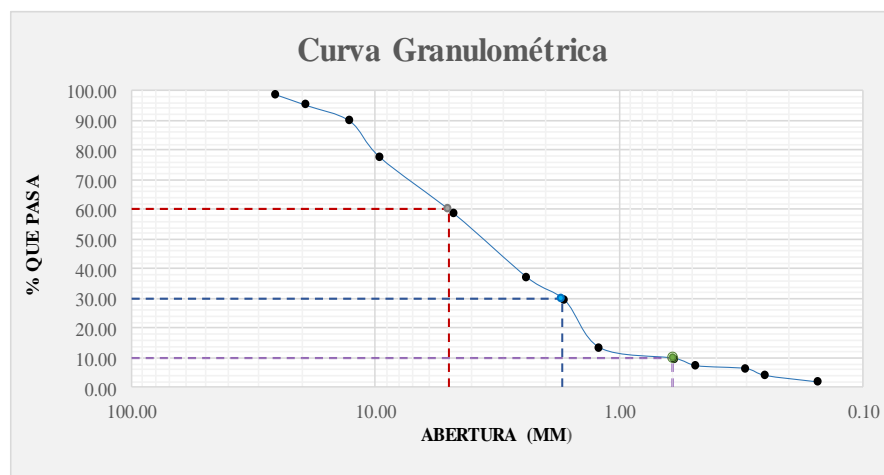
ENSAYO 2: GRANULOMETRÍA

Normas: AASHTO T-87-70
ASTM D-421-58
INEN 696

1. Determinación de la granulometría de los suelos

Tamiz	Abertura	Peso Retenido/Acumulado	%	%
	mm	gr	Retenido	Que pasa
1"	25.40	51	1.28	98.73
3/4"	19.05	194.9	4.87	95.13
1/2"	12.70	405.8	10.15	89.86
3/8"	9.53	897.7	22.44	77.56
N°4	4.70	1666.55	41.66	58.34
Pasa N°4		2333.45	58.34	
N°8	2.36	295.00	17.21	41.13
N°10	1.66	367.90	21.46	36.87
N°16	1.19	498.70	29.09	29.24
N°30	0.59	773.50	45.12	13.21
N°40	0.48	833.70	48.63	9.70
N°50	0.30	876.80	51.15	7.19
N°60	0.25	893.10	52.10	6.24
N°100	0.15	933.20	54.44	3.90
N°200	0.07	971.80	56.69	1.65
Pasa N°200		28.20	1.65	
TOTAL INICIAL		4000		
Peso del cuarteo		1000		

2. Gráfico de Distribución Granulométrica



3. Determinación de los coeficientes del suelo

D10 (mm) =	0.6	Cu =	D60/D10	8.33
D30 (mm) =	1.70	Cc =	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.96
D60 (mm) =	5.00	TNM =	mm	12.70



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	02/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

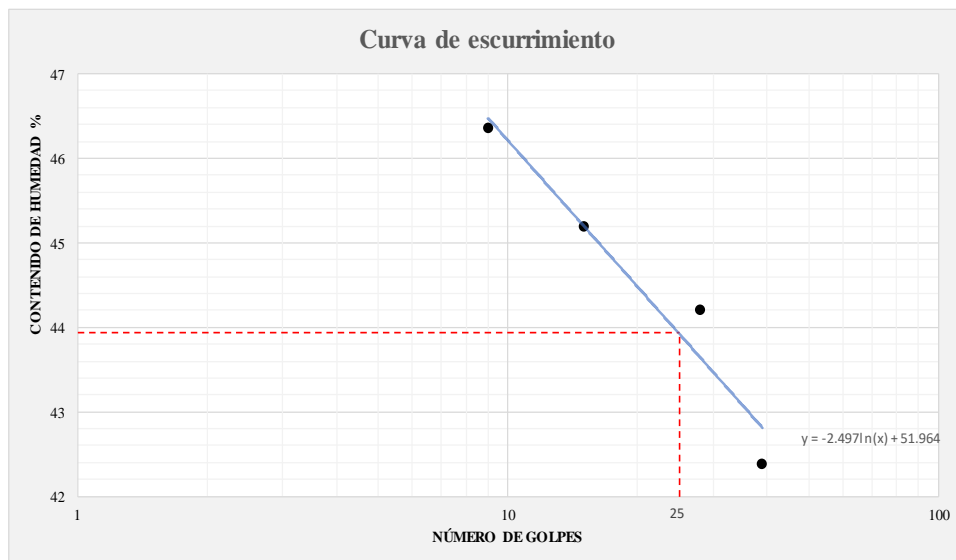
ENSAYO 3: LÍMITES DE ATTERBERG

Normas: AASHTO T-90-70
 ASTM D-424-71
 INEN 691

1. Determinación del Límite Líquido

Recipiente	Nº	69	38	36	04	12	21	67	33
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	26.60	31.00	26.20	32.80	24.50	25.00	28.80	28.30
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	21.80	24.90	21.60	28.00	20.40	20.70	23.60	23.20
Peso del agua	gr	4.80	6.10	4.60	4.80	4.10	4.30	5.20	5.10
Peso del recipiente	gr	11.40	11.80	11.30	17.50	11.00	11.10	11.40	11.10
Peso de la muestra seca	gr	10.40	13.10	10.30	10.50	9.40	9.60	12.20	12.10
Contenido de humedad	%	46.15	46.56	44.66	45.71	43.62	44.79	42.62	42.15
Contenido de humedad promedio	%	46.36		45.19		44.20		42.39	
Rango de golpes		0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes		9		15		28		39	
Límite Líquido	LL%	43.93							

Gráfico de la curva de escurrimiento



1. Determinación del Límite Plástico

Recipiente		12	111	1	82	3
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	11.40	11.40	11.60	11.60	11.40
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	11.20	11.20	11.40	11.40	11.30
Peso del agua	gr	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10
Peso del recipiente	gr	10.60	10.80	10.70	10.80	10.70
Peso de la muestra seca	gr	0.60	0.40	0.70	0.60	0.60
Contenido de humedad	%	33.33	50.00	28.57	33.33	16.67
Contenido de humedad promedio LP	%	31.75				
Índice plástico $I_p = LL\% - LP\%$	%	12.18				
Clasificación del suelo	AASHTO	A-2-7	Material granular limoso o arcilloso			
	SUCS	SW	Arena mal graduada con grava			



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	10/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 4: PROCTOR MODIFICADO

Normas: AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde (gr):	12744
Número de Capas:	5	Peso del martillo: (lb)	10	Volumen del Molde (cm ³):	2290.536
Energía de Compactación	51923	Normas:	AASHTO T-180	Tamiz	N°4

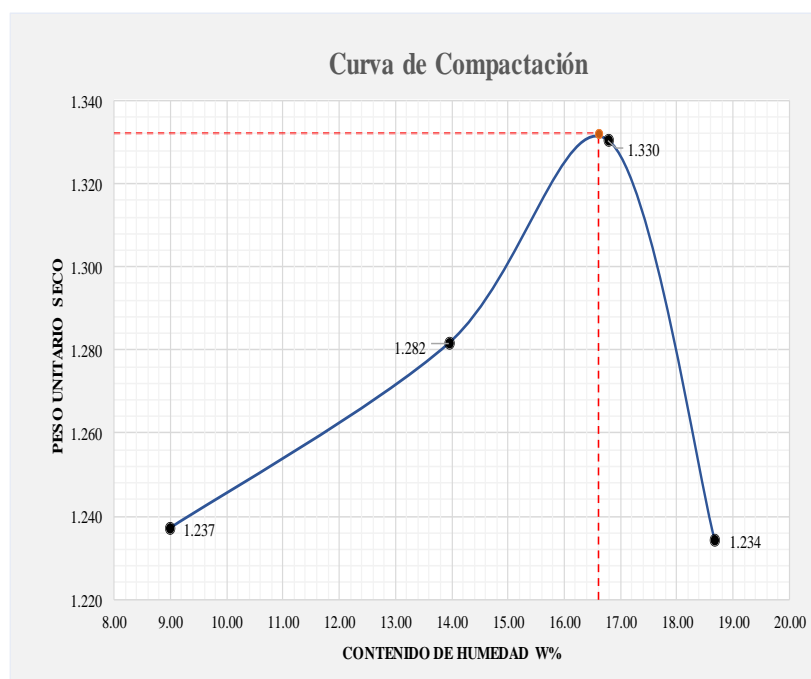
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
P. molde + Suelo húmedo (gr)	15832	16089	16303	16099
Peso del suelo húmedo Wm (gr)	3088	3345	3559	3355
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.348	1.460	1.554	1.465

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente N°	04	06	70	46	06	04	11	58
Peso del recipiente (gr)	31.90	34.60	57.70	24.90	34.60	31.90	30.90	30.90
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	188.90	204.50	147.00	136.90	175.70	199.90	129.40	144.50
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	176.70	189.70	136.30	122.90	155.30	175.90	114.00	126.50
Peso del agua (gr)	12.20	14.80	10.70	14.00	20.40	24.00	15.40	18.00
Peso de la muestra seca (gr)	144.80	155.10	78.60	98.00	120.70	144.00	83.10	95.60
Contenido de humedad (%)	8.43	9.54	13.61	14.29	16.90	16.67	18.53	18.83
Contenido de humedad promedio (%)	8.98		13.95		16.78		18.68	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.237		1.282		1.330		1.234	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



γ_d seca máxima : 1.332 gr/cm³

w% óptimo : 16.6 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	27/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 5: CBR

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Tipo:	PROCTOR MODIFICADO		Peso del martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T 180		Altura de caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. hum óptimo (%):	16.60%		
MOLDE	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13
	Altura:	12.74	Altura:	12.77	Altura:	12.88

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R

Ensayo	1	2	3
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes	56	27	11

DATOS ANTES DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	9574	11814	11820
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	3749	3483	3456
Volumen de la muestra (cm ³)	2290.54	2295.93	2315.71
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.637	1.517	1.492

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Recipiente N°	82	58	30	76	4	1
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	202	139.2	204.8	134.4	205.6	192.4
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	174.3	121.6	177.7	117.8	178	167.4
Peso del recipiente (gr)	30.7	30.9	33.5	30.7	31.9	32.3
Peso del agua (gr)	27.7	17.6	27.1	16.6	27.6	25
Peso de la muestra húmeda seca (gr)	143.6	90.7	144.2	87.1	146.1	135.1
Contenido de humedad %	19.29	19.40	18.79	19.06	18.89	18.50
Contenido de humedad promedio %	19.35		18.93		18.70	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.371		1.276		1.257	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	10001	12295	12368
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	4176	3964	4004
Masa agua absorbida	427	481	548
% Agua absorbida	11.39	13.81	15.86

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recipiente N°	93	46	11	6	102	96
Peso de la muestra húmeda + recipiente	205.3	131.6	135.7	199.7	141.6	212.8
Peso de la muestra seca + recipiente	159.18	104.3	106.35	158.36	110.27	165.74
Peso del recipiente	33.5	24.9	30.9	34.6	31.2	31.5
Peso del agua	46.12	27.3	29.35	41.34	31.33	47.06
Peso de la muestra húmeda seca	125.68	79.4	75.45	123.76	79.07	134.24
Contenido de humedad %	36.70	34.38	38.90	33.40	39.62	35.06
Contenido de humedad promedio %	35.54		36.15		37.34	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	2+000	Fecha:	30/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO CBR

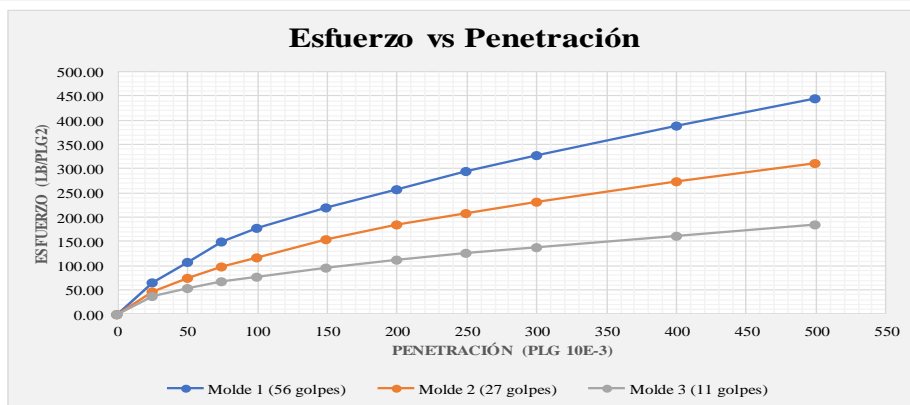
Norma: ASTM D - 1883

PENETRACIÓN		1 - 56 golpes		2 - 27 golpes		3 - 11 golpes	
		Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída
		lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²
plg*10 ⁻³	mm						
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.64	193.90	64.63	139.00	46.33	113.10	37.70
50	1.27	323.80	107.93	223.00	74.33	163.30	54.43
75	1.91	446.30	148.77	292.60	97.53	203.10	67.70
100	2.54	532.60	177.53	353.30	117.77	233.30	77.77
150	3.81	663.60	221.20	463.30	154.43	290.80	96.93
200	5.08	772.00	257.33	552.00	184.00	339.30	113.10
250	6.35	886.80	295.60	628.20	209.40	379.20	126.40
300	7.62	983.00	327.67	696.60	232.20	417.00	139.00
400	10.16	1163.60	387.87	820.30	273.43	488.00	162.67
500	12.70	1338.00	446.00	935.00	311.67	553.20	184.40

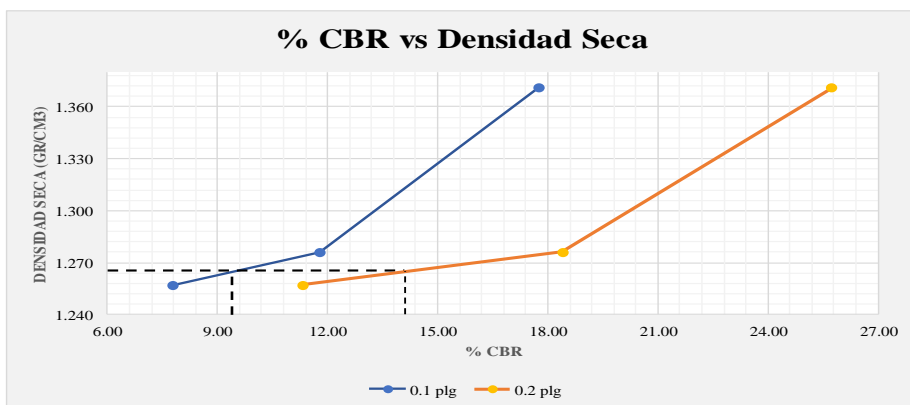
PORCENTAJES CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión lb/pulg ²	CBR 0,1plg %	Presión lb/pulg ²	CBR 0,2plg %	Densidad Seca (gr/cm ³)
1	177.53	17.75	257.33	25.73	1.371
2	117.77	11.78	184.00	18.40	1.276
3	77.77	7.78	113.10	11.31	1.257

GRÁFICA ESFUERZO vs PENETRACIÓN



GRÁFICA % CBR vs DENSIDAD SECA



Densidad Seca Máxima:	Densidad Seca 95%	%CBR MAYOR
1.332 gr/cm ³	95% = 1.265 gr/cm ³	14.1

MUESTRA N°4

Ubicación

Abscisa: 3+000

Ensayos

- Granulometría
- Contenido de Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha:	30/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Normas: AASHTO T265
ASTM D 2216
INEN 690

Determinación del contenido de humedad

N° Recipiente		04	11
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	132.80	102.00
Peso muestra seca + recipiente	gr	114.20	88.60
Peso agua	gr	18.60	13.40
Peso recipiente	gr	31.89	30.85
Peso muestra seca	gr	82.31	57.75
Contenido de humedad	%	22.60	23.20
Contenido de humedad promedio	%	22.90	
Clasificación del suelo según SUCS		Arena mal graduada con limo	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha:	01/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

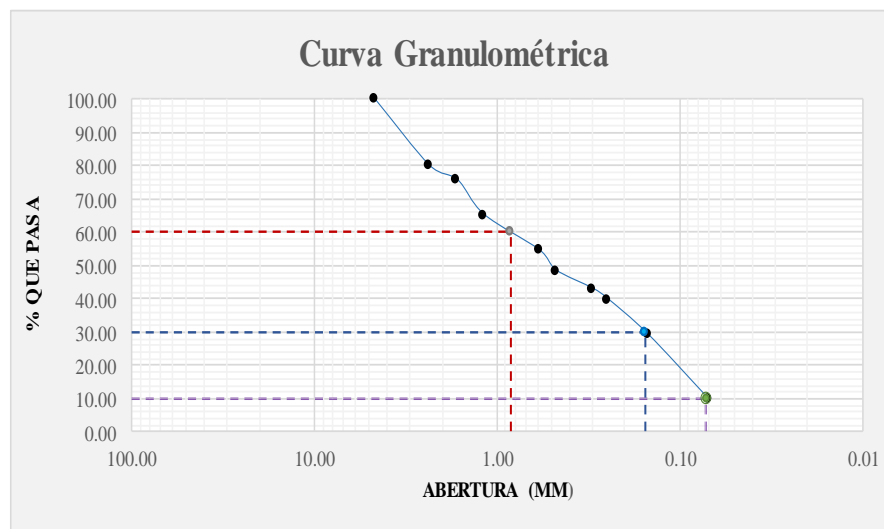
ENSAYO 2: GRANULOMETRÍA

Normas: AASHTO T-87-70
ASTM D-421-58
INEN 696

1. Determinación de la granulometría de los suelos

Tamiz	Abertura	Peso Retenido/Acumulado	%	%
	mm	gr	Retenido	Que pasa
N°4	4.70	0	0.00	100.00
N°8	2.36	199.90	19.99	80.01
N°10	1.66	242.80	24.28	75.72
N°16	1.19	347.10	34.71	65.29
N°30	0.59	454.40	45.44	54.56
N°40	0.48	514.50	51.45	48.55
N°50	0.30	570.30	57.03	42.97
N°60	0.25	600.70	60.07	39.93
N°100	0.15	708.30	70.83	29.17
N°200	0.07	902.60	90.26	9.74
Pasa N°200		97.40	9.74	
TOTAL INICIAL		1000.00		

2. Gráfico de Distribución Granulométrica



3. Determinación de los coeficientes del suelo

D10 (mm) =	0.072	Cu =	D60/D10	11.67
D30 (mm) =	0.155	Cc =	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.397
D60 (mm) =	0.84	TNM =	mm	1.66



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha:	03/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 3: LÍMITES DE ATTERBERG

Normas: AASHTO T-90-70
 ASTM D-424-71
 INEN 691

1. Determinación del Límite Líquido

Recipiente	N°	73	17	77	23	35	32	39	64
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	26.30	25.90	23.00	22.00	23.20	26.80	27.40	24.00
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	20.10	20.10	18.30	17.70	18.60	20.70	21.30	19.20
Peso del agua	gr	6.20	5.80	4.70	4.30	4.60	6.10	6.10	4.80
Peso del recipiente	gr	11.20	11.50	11.40	11.10	11.30	11.20	11.60	11.30
Peso de la muestra seca	gr	8.90	8.60	6.90	6.60	7.30	9.50	9.70	7.90
Contenido de humedad	%	69.66	67.44	68.12	65.15	63.01	64.21	62.89	60.76
Contenido de humedad promedio	%	68.55		66.63		63.61		61.82	
Rango de golpes		0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes		8		13		27		38	
Límite Líquido	LL%	63.77							

Gráfico de la curva de escurrimiento



1. Determinación del Límite Plástico

Recipiente		4	64	3	73	202
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	12.00	11.30	11.80	11.80	11.90
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	11.50	11.00	11.40	11.30	11.50
Peso del agua	gr	0.50	0.30	0.40	0.50	0.40
Peso del recipiente	gr	10.60	10.60	10.70	10.60	10.80
Peso de la muestra seca	gr	0.90	0.40	0.70	0.70	0.70
Contenido de humedad	%	55.56	75.00	57.14	71.43	57.14
Contenido de humedad promedio LP	%	56.61				
Índice plástico $I_p = LL\% - LP\%$	%	7.16				
Clasificación del suelo	AASHTO	A-2-5 Material granular limoso				
	SUCS	SP-SM Arena mal graduada con limo				



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha:	14/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 4: PROCTOR MODIFICADO

Normas: AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde (gr):	12744
Número de Capas:	5	Peso del martillo: (lb)	10	Volumen del Molde (cm ³):	2290.536
Energía de Compactación	51923	Normas:	AASHTO T-180	Tamiz	N°4

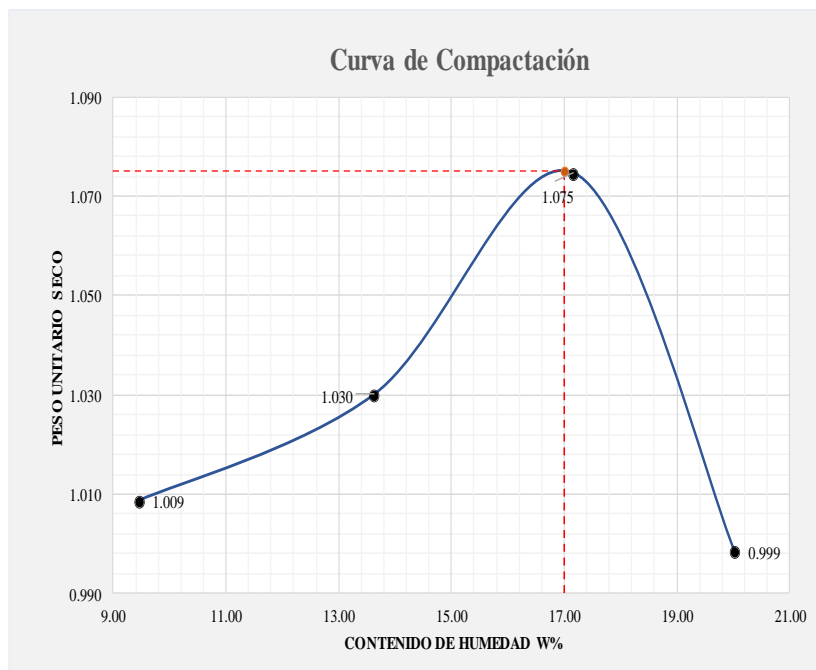
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
P. molde + Suelo húmedo (gr)	15273	15425	15628	15489
Peso del suelo húmedo Wm (gr)	2529	2681	2884	2745
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.104	1.170	1.259	1.198

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente N°	58	6	76	6	70	102	102	76
Peso del recipiente (gr)	30.80	34.50	30.80	34.60	57.70	31.30	31.30	30.80
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	104.20	161.10	101.40	125.40	136.80	123.00	121.20	113.20
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	97.90	150.10	93.10	114.30	125.10	109.70	106.60	99.10
Peso del agua (gr)	6.30	11.00	8.30	11.10	11.70	13.30	14.60	14.10
Peso de la muestra seca (gr)	67.10	115.60	62.30	79.70	67.40	78.40	75.30	68.30
Contenido de humedad (%)	9.39	9.52	13.32	13.93	17.36	16.96	19.39	20.64
Contenido de humedad promedio (%)	9.45		13.62		17.16		20.02	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.009		1.030		1.075		0.999	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



γ_d seca máxima : 1.075 gr/cm³

w% óptimo : 17 %



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha: 30/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad: 50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 5: CBR

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Tipo:	PROCTOR MODIFICADO		Peso del martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T 180		Altura de caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. hum óptimo (%):	17.00%		
MOLDE	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13
	Altura:	12.74	Altura:	12.77	Altura:	12.88

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R

Ensayo	1	2	3
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes	56	27	11

DATOS ANTES DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	8847	11224	11102
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	3022	2893	2738
Volumen de la muestra (cm ³)	2290.54	2295.93	2315.71
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.319	1.260	1.182

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Recipiente N°	30	1	82	4	58	76
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	192.6	155.6	170.1	195.6	121.1	117
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	165.17	135.25	141.93	162.83	104.46	101.85
Peso del recipiente (gr)	33.4	32.3	30.7	31.9	30.9	30.8
Peso del agua (gr)	27.43	20.35	28.17	32.77	16.64	15.15
Peso de la muestra húmeda seca (gr)	131.77	102.95	111.23	130.93	73.56	71.05
Contenido de humedad %	20.82	19.77	25.33	25.03	22.62	21.32
Contenido de humedad promedio %	20.29		25.18		21.97	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.097		1.007		0.969	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	9512	11855	11856
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	3687	3524	3492
Masa agua absorbida	665	631	754
% Agua absorbida	22.01	21.81	27.54

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recipiente N°	6	102	93	11	96	46
Peso de la muestra húmeda + recipiente	179.74	114.79	181.29	111.94	167.41	126.67
Peso de la muestra seca + recipiente	128.5	87.5	126.7	84.7	116.8	89.9
Peso del recipiente	34.6	31.2	33.5	30.9	31.5	24.9
Peso del agua	51.24	27.29	54.59	27.24	50.61	36.77
Peso de la muestra húmeda seca	93.9	56.3	93.2	53.8	85.3	65
Contenido de humedad %	54.57	48.47	58.57	50.63	59.33	56.57
Contenido de humedad promedio %	51.52		54.60		57.95	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	3+000	Fecha:	04/10/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO CBR

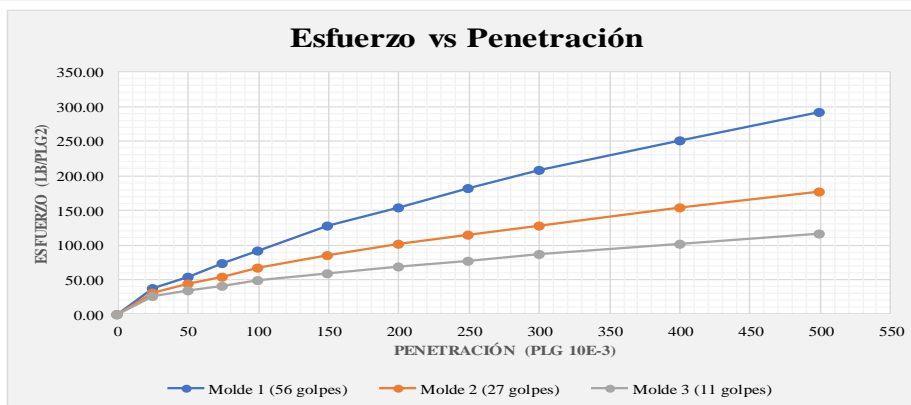
Norma: ASTM D - 1883

Máquina de Compresión Simple Controls		Área del pistón: 3pulg ²				Velocidad de carga: 1.27mm/min (0.05plg/min)	
PENETRACIÓN		1 - 56 golpes		2 - 27 golpes		3 - 11 golpes	
		Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída
plg*10 ⁻³	mm	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.64	113.60	37.87	93.30	31.10	76.60	25.53
50	1.27	163.60	54.53	133.30	44.43	101.90	33.97
75	1.91	223.80	74.60	160.30	53.43	123.60	41.20
100	2.54	273.60	91.20	203.60	67.87	146.80	48.93
150	3.81	383.30	127.77	257.90	85.97	178.80	59.60
200	5.08	463.80	154.60	306.10	102.03	208.20	69.40
250	6.35	546.00	182.00	343.30	114.43	233.60	77.87
300	7.62	623.00	207.67	385.20	128.40	260.60	86.87
400	10.16	753.20	251.07	461.50	153.83	304.40	101.47
500	12.70	876.80	292.27	533.00	177.67	348.70	116.23

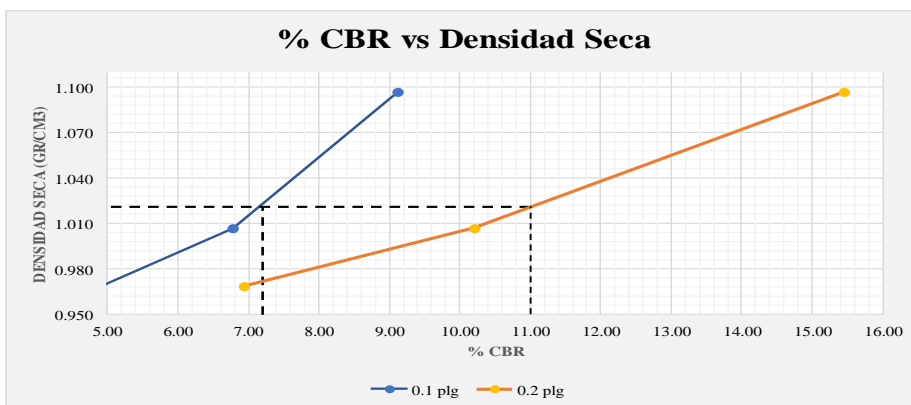
PORCENTAJES CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión lb/pulg ²	CBR 0,1plg %	Presión lb/pulg ²	CBR 0,2plg %	Densidad Seca (gr/cm ³)
1	91.20	9.12	154.60	15.46	1.097
2	67.87	6.79	102.03	10.20	1.007
3	48.93	4.89	69.40	6.94	0.969

GRÁFICA ESFUERZO vs PENETRACIÓN



GRÁFICA % CBR vs DENSIDAD SECA



Densidad Seca Máxima:	Densidad Seca 95%	%CBR MAYOR
1.075 gr/cm ³	95% = 1.021 gr/cm ³	11

MUESTRA N°5

Ubicación

Abscisa: 4+000

Ensayos

- Granulometría
- Contenido de Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Compactación Próctor
- CBR
- Penetración para CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha:	30/08/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 1: CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Normas: AASHTO T265
ASTM D 2216
INEN 690

Determinación del contenido de humedad

N° Recipiente		06	102
Peso muestra húmeda + recipiente	gr	120.30	101.50
Peso muestra seca + recipiente	gr	97.10	82.30
Peso agua	gr	23.20	19.20
Peso recipiente	gr	34.56	31.57
Peso muestra seca	gr	62.54	50.73
Contenido de humedad	%	37.10	37.85
Contenido de humedad promedio	%	37.47	
Clasificación del suelo según SUCS		Arena mal graduada	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha:	01/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

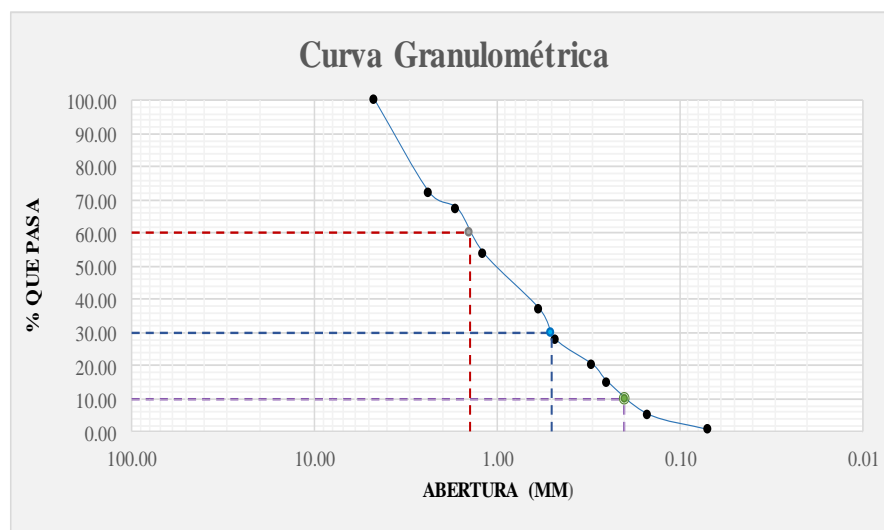
ENSAYO 2: GRANULOMETRÍA

Normas: AASHTO T-87-70
ASTM D-421-58
INEN 696

1. Determinación de la granulometría de los suelos

Tamiz	Abertura	Peso Retenido/Acumulado	%	%
	mm	gr	Retenido	Que pasa
N°4	4.70	0	0.00	100.00
N°8	2.36	279.00	27.90	72.10
N°10	1.66	326.30	32.63	67.37
N°16	1.19	462.10	46.21	53.79
N°30	0.59	630.10	63.01	36.99
N°40	0.48	722.50	72.25	27.75
N°50	0.30	799.00	79.90	20.10
N°60	0.25	849.60	84.96	15.04
N°100	0.15	947.70	94.77	5.23
N°200	0.07	994.30	99.43	0.57
Pasa N°200		5.70	0.57	
TOTAL INICIAL		1000.00		

2. Gráfico de Distribución Granulométrica



3. Determinación de los coeficientes del suelo

D10 (mm) =	0.2	Cu =	D60/D10	7.00
D30 (mm) =	0.5	Cc =	D30 ² /(D60*D10)	0.893
D60 (mm) =	1.4	TNM =	mm	1.66



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha:	03/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

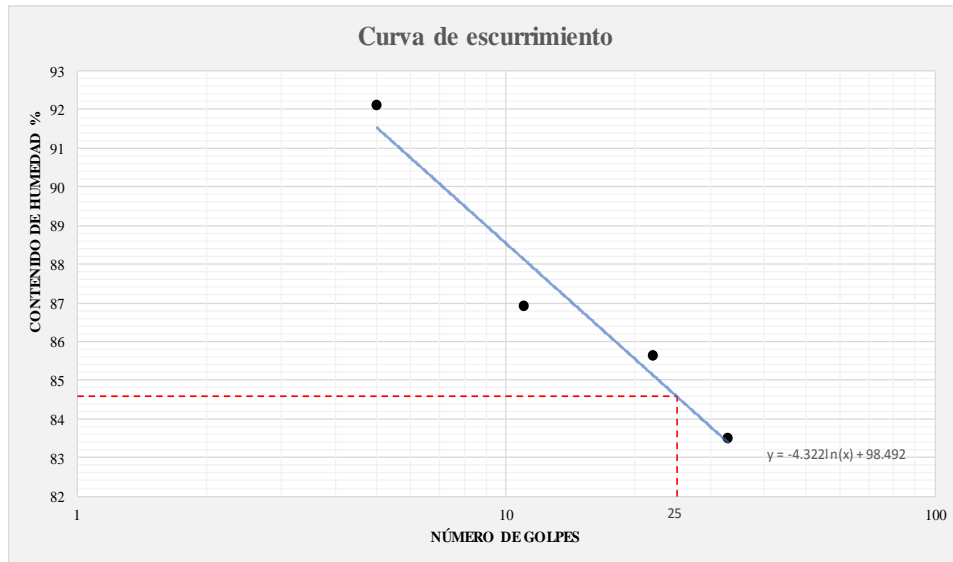
ENSAYO 3: LÍMITES DE ATTERBERG

Normas: AASHTO T-90-70
 ASTM D-424-71
 INEN 691

1. Determinación del Límite Líquido

Recipiente	N°	33	04	12	67	38	69	21	36
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	23.70	31.30	22.10	23.00	21.90	23.20	25.50	26.70
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	17.60	24.70	16.90	17.60	17.20	17.85	18.90	19.70
Peso del agua	gr	6.10	6.60	5.20	5.40	4.70	5.35	6.60	7.00
Peso del recipiente	gr	11.10	17.40	11.00	11.30	11.80	11.50	11.10	11.20
Peso de la muestra seca	gr	6.50	7.30	5.90	6.30	5.40	6.35	7.80	8.50
Contenido de humedad	%	93.85	90.41	88.14	85.71	87.04	84.25	84.62	82.35
Contenido de humedad promedio	%	92.13		86.92		85.64		83.48	
Rango de golpes		0-10		10-20		20-30		30-40	
Número de golpes		5		11		22		33	
Límite Líquido	LL%	84.58							

Gráfico de la curva de escurrimiento



1. Determinación del Límite Plástico

Recipiente		202	4	3	5	73
Peso de la muestra húmeda + recipiente	gr	11.80	11.70	11.40	11.20	11.60
Peso de la muestra seca + recipiente	gr	11.40	11.30	11.10	11.00	11.20
Peso del agua	gr	0.40	0.40	0.30	0.20	0.40
Peso del recipiente	gr	10.80	10.70	10.70	10.60	10.50
Peso de la muestra seca	gr	0.60	0.60	0.40	0.40	0.70
Contenido de humedad	%	66.67	66.67	75.00	50.00	57.14
Contenido de humedad promedio LP	%	66.67				
Índice plástico $I_p = LL\% - LP\%$	%	17.91				
Clasificación del suelo	AASHTO	A-2-7 Material granular limoso o arcilloso				
	SUCS	SP Arena mal graduada				



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha:	16/09/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 4: PROCTOR MODIFICADO

Normas: AASHTO T - 180

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde (gr):	12744
Número de Capas:	5	Peso del martillo: (lb)	10	Volumen del Molde (cm ³):	2290.536
Energía de Compactación	51923	Normas:	AASHTO T-180	Tamiz	N°4

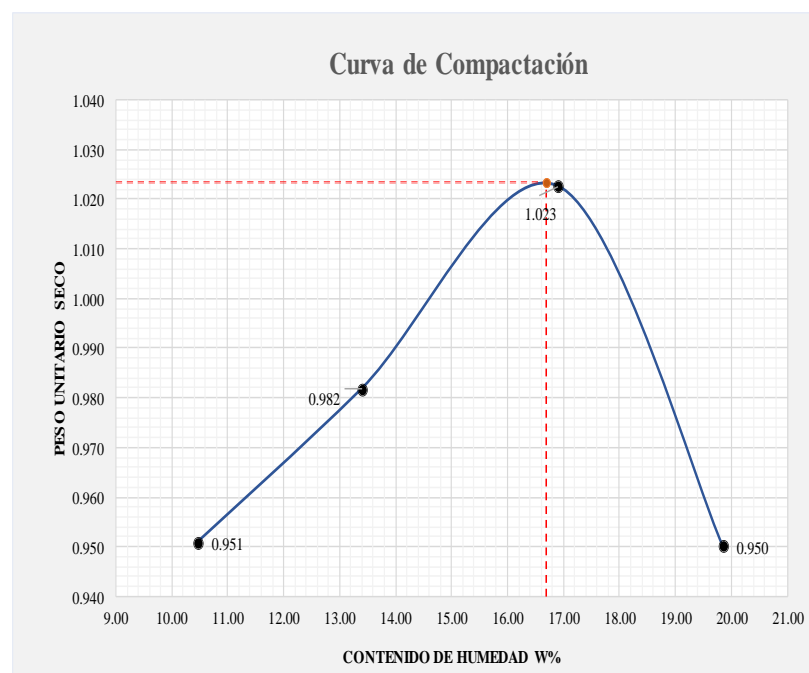
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado (gr)	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	6	9	12	15
P. molde + Suelo húmedo (gr)	15150	15294	15482	15352
Peso del suelo húmedo Wm (gr)	2406	2550	2738	2608
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.050	1.113	1.195	1.139

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente N°	4	11	46	58	70	4	6	76
Peso del recipiente (gr)	31.90	30.90	24.80	30.90	57.70	31.90	34.60	30.80
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	141.30	114.30	126.50	131.50	151.40	167.60	173.60	107.40
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	130.80	106.50	114.40	119.70	138.20	147.50	154.50	92.70
Peso del agua (gr)	10.50	7.80	12.10	11.80	13.20	20.10	19.10	14.70
Peso de la muestra seca (gr)	98.90	75.60	89.60	88.80	80.50	115.60	119.90	61.90
Contenido de humedad (%)	10.62	10.32	13.50	13.29	16.40	17.39	15.93	23.75
Contenido de humedad promedio (%)	10.47		13.40		16.89		19.84	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	0.951		0.982		1.023		0.950	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



γ_d seca máxima : 1.023 gr/cm³

w% óptimo : 16.7 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha: 04/10/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad: 50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO 5: CBR

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Tipo:	PROCTOR MODIFICADO		Peso del martillo:	10 lb		
Norma:	AASHTO T 180		Altura de caída:	18"		
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. hum óptimo (%):	16.70%		
MOLDE	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13	Diámetro:	15.13
	Altura:	12.74	Altura:	12.77	Altura:	12.88

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R

Ensayo	1	2	3
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes	56	27	11

DATOS ANTES DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	8553	10851	10823
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	2728	2520	2459
Volumen de la muestra (cm ³)	2290.54	2295.93	2315.71
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.191	1.098	1.062

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Recipiente N°	76	82	4	58	1	30
Peso de la muestra húmeda + recipiente (gr)	111.8	147.2	159.8	91	153	134.8
Peso de la muestra seca + recipiente (gr)	98.3	127.5	136.8	80.4	130.7	115.8
Peso del recipiente (gr)	30.71	30.63	31.88	30.85	32.2	33.4
Peso del agua (gr)	13.5	19.7	23	10.6	22.3	19
Peso de la muestra húmeda seca (gr)	67.59	96.87	104.92	49.55	98.5	82.4
Contenido de humedad %	19.97	20.34	21.92	21.39	22.64	23.06
Contenido de humedad promedio %	20.15		21.66		22.85	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	0.991		0.902		0.864	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN

Peso de la muestra húmeda + molde (gr)	9383	11720	11721
Peso del molde (gr)	5825	8331	8364
Peso de la muestra húmeda (gr)	3558	3389	3357
Masa agua absorbida	830	869	898
% Agua absorbida	30.43	34.48	36.52

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Recipiente N°	6	30	82	96	1	4
Peso de la muestra húmeda + recipiente	197.9	187.9	204.8	189.7	190.4	194.1
Peso de la muestra seca + recipiente	133.02	133.9	133.56	129.03	123.54	129.71
Peso del recipiente	34.58	33.4	30.63	31.45	32.2	31.88
Peso del agua	64.88	54	71.24	60.67	66.86	64.39
Peso de la muestra húmeda seca	98.44	100.5	102.93	97.58	91.34	97.83
Contenido de humedad %	65.91	53.73	69.21	62.17	73.20	65.82
Contenido de humedad promedio %	59.82		65.69		69.51	



TEMA: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Calamaca - Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua

Abscisa:	4+000	Fecha:	07/10/2021	Realizado por:	Erika Moreta
Muestra:	Sub rasante	Profundidad:	50 cm	Revisado por:	Ing. Favio Portilla

ENSAYO CBR

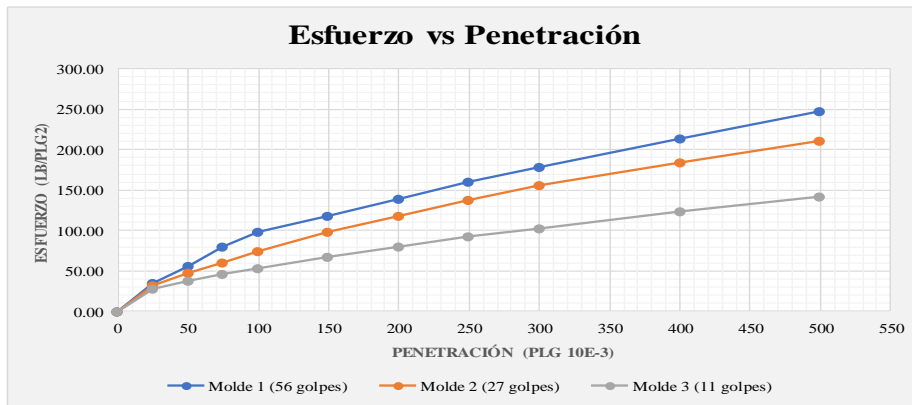
Norma: ASTM D - 1883

Máquina de Compresión Simple Controls		Área del pistón: 3pulg ²				Velocidad de carga: 1.27mm/min (0.05plg/min)	
PENETRACIÓN		1 - 56 golpes		2 - 27 golpes		3 - 11 golpes	
plg*10 ⁻³	mm	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída	Q Carga	Presión Leída
		lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²	lb	lb/pulg ²
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.64	106.00	35.33	96.20	32.07	85.20	28.40
50	1.27	170.60	56.87	143.60	47.87	113.30	37.77
75	1.91	238.80	79.60	183.30	61.10	139.60	46.53
100	2.54	293.10	97.70	223.80	74.60	161.50	53.83
150	3.81	353.30	117.77	296.00	98.67	202.60	67.53
200	5.08	419.00	139.67	356.00	118.67	239.40	79.80
250	6.35	479.00	159.67	412.20	137.40	276.80	92.27
300	7.62	533.90	177.97	466.20	155.40	309.20	103.07
400	10.16	643.00	214.33	553.00	184.33	369.80	123.27
500	12.70	741.80	247.27	632.20	210.73	426.00	142.00

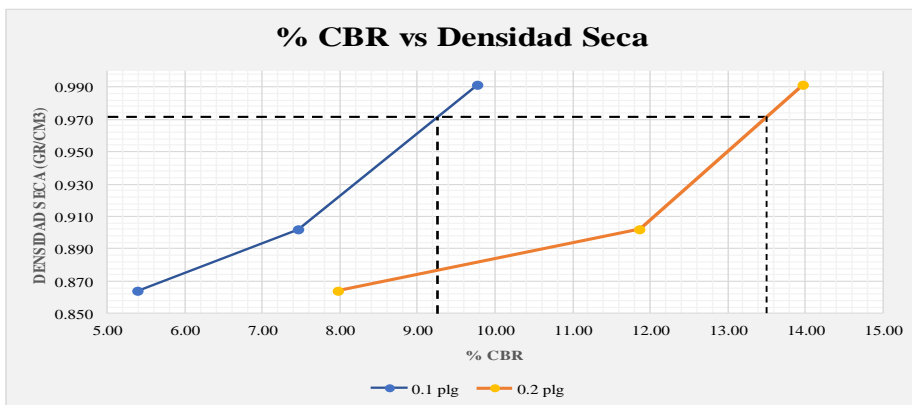
PORCENTAJES CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión lb/pulg ²	CBR 0,1plg %	Presión lb/pulg ²	CBR 0,2plg %	Densidad Seca (gr/cm ³)
1	97.70	9.77	139.67	13.97	0.991
2	74.60	7.46	118.67	11.87	0.902
3	53.83	5.38	79.80	7.98	0.864

GRÁFICA ESFUERZO vs PENETRACIÓN



GRÁFICA % CBR vs DENSIDAD SECA



Densidad Seca Máxima:	Densidad Seca 95%	%CBR MAYOR
1.023 gr/cm ³	95% = 0.972 gr/cm ³	13.5

ANEXO F.

Análisis de Precios Unitarios



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 1
Desbroce, desbosque y limpieza

Hoja: 1 de 28
Unidad: Ha

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					6.10
Excavadora Oruga 14Ton	1.00	45.00	45.00	6.00	270.00
Volqueta 8m3	1.00	20.00	20.00	3.00	60.00
Motosierra	1.00	2.00	2.00	3.00	6.00
SUBTOTAL M					342.10

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	4.00	3.62	14.48	3.00	43.44
Ayudante de operador (Est. Ocup D2)	1.00	3.72	3.72	6.00	22.32
Operador de Excavadora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	6.00	24.36
Chofer: Volqueta (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	6.00	31.86
SUBTOTAL N					121.98

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C =A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C =A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	464.08
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	69.61
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	533.69
VALOR PROPUESTO	533.69

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

 Erika Moreta
 FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
 Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 2

Hoja: 2 de 28

Replanteo y nivelación con equipo topográfico

Unidad: km

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					8.60
Equipo de Topografía	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00
SUBTOTAL M					13.60

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Cadenero (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	11.5	42.09
Topógrafo (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	11.5	46.69
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	11.5	83.26
SUBTOTAL N					172.04

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Estacas de mandera	U	50	0.10	5.00
Clavos 2 1/2"	Kg	1	2.10	2.10
Testigos para topografía	U	75	0.65	48.75
Pintura esmalte varios colores	Gln	0.8	16.25	13.00
SUBTOTAL O				68.85

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	254.49
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	38.17
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	292.67
VALOR PROPUESTO	292.67

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 3

Hoja: 3 de 28

Excavación sin clasificar incluye desalojo

Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.03
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.037	0.93
Volqueta 8m ³	1.00	20.00	20.00	0.037	0.74
Motoniveladora	1.00	25.00	25.00	0.037	0.93
SUBTOTAL M					2.62

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.037	0.13
Operador de excavadora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.037	0.15
Operador de motoniveladora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.037	0.15
Chofer: Volqueta (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	0.037	0.20
SUBTOTAL N					0.63

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C =A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C =A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.25
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.49
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.74
VALOR PROPUESTO	3.74

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 4
Relleno suelo natural compactado

Hoja: 4 de 28
Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.06
Compactador mecánico	1.00	6.25	6.25	0.066	0.41
Camión cisterna	1.00	20.00	20.00	0.066	1.32
Volqueta 8m ³	1.00	20.00	20.00	0.066	1.32
SUBTOTAL M					3.11

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	0.066	0.48
Albañil (Est. Ocup D2)	0.25	3.66	0.92	0.066	0.06
Chofer: Volqueta (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	0.066	0.35
Chofer cisterna (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	0.066	0.35
SUBTOTAL N					1.24

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.35
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.65
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.01
VALOR PROPUESTO	5.01

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 5
Excavación para estructuras menores (alcantarillas)

Hoja: 5 de 28
Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.04
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.06	1.50
SUBTOTAL M					1.54

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Ayudante de maquinaria (Est. Ocup C3)	1.00	3.72	3.72	0.06	0.22
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.06	0.22
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.20	4.06	0.81	0.06	0.05
Operador de excavadora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.06	0.24
SUBTOTAL N					0.74

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.27
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.34
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.61
VALOR PROPUESTO	2.61

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 6

Hoja: 6 de 28

Suministro y colocación de tubería de acero corrugado dint =1000mm y e= 2mm

Unidad: m

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.98
SUBTOTAL M					0.98

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	10.00	3.62	36.20	0.44	16.07
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.44	1.63
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.44	1.80
SUBTOTAL N					19.50

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Alcantarilla metálica D=1.0m e=2.0mm	m	1	120	120.00
SUBTOTAL O				120.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	140.48
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	21.07
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	161.55
VALOR PROPUESTO	161.55

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 7

Hoja: 7 de 28

Relleno compactado con material propio (alcantarillas)

Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.14
Compactador mecánico	1.00	6.25	6.25	0.381	2.38
SUBTOTAL M					2.53

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	0.381	2.76
Albañil (Est. Ocup D2)	0.10	3.66	0.37	0.381	0.14
SUBTOTAL N					2.90

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Agua	m	0.2	0.86	0.17
SUBTOTAL O				0.17

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.60
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.84
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.44
VALOR PROPUESTO	6.44

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 8

Hoja: 8 de 28

Replanteo f'c = 140kg/cm² para base de cajas recolectoras e=20cm

Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					1.59
Concreteira	1.00	4.00	4.00	1.333	5.33
SUBTOTAL M					6.92

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.333	4.88
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.50	4.06	2.03	1.333	2.71
Peón (Est. Ocup E2)	5.00	3.62	18.10	1.333	24.13
SUBTOTAL N					31.71

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Cemento	saco	5.50	7.00	38.50
Arena	m ³	0.50	13.00	6.50
Ripio	m ³	0.70	13.00	9.10
Agua	m ³	0.18	0.86	0.15
SUBTOTAL O				54.25

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	92.88
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	13.93
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	106.82
VALOR PROPUESTO	106.82

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 9
Hormigón simple f'c=180kg/cm2 (para cunetas)

Hoja: 9 de 28
Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					1.69
Concreteira	1.00	4.00	4.00	1.320	5.28
Vibrador	0.50	3.00	1.50	1.320	1.98
SUBTOTAL M					8.95

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.320	4.83
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.50	4.06	2.03	1.320	2.68
Peón (Est. Ocup E2)	5.00	3.62	18.10	1.320	23.89
Carpintero (Est. Ocup D2)	0.50	3.66	1.83	1.320	2.42
SUBTOTAL N					33.82

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Cemento	saco	6.00	7.00	42.00
Arena	m ³	0.50	13.00	6.50
Ripio	m ³	0.70	13.00	9.10
Agua	m ³	0.18	0.86	0.15
Alambre de amarre	kg	0.20	2.94	0.59
Alfajías	u	2.00	2.00	4.00
Clavos	kg	0.13	2.10	0.27
Pingos	m	3.00	0.72	2.16
Encofrado	u	5.00	2.80	14.00
SUBTOTAL O				78.78

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	121.55
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	18.23
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	139.78
VALOR PROPUESTO	139.78

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamarca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 10
Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (para cajones de entrada)

Hoja: 10 de 28
Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					1.69
Concreteira	1.00	4.00	4.00	1.320	5.28
Vibrador	0.50	3.00	1.50	1.320	1.98
SUBTOTAL M					8.95

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.320	4.83
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.50	4.06	2.03	1.320	2.68
Peón (Est. Ocup E2)	5.00	3.62	18.10	1.320	23.89
Carpintero (Est. Ocup D2)	0.50	3.66	1.83	1.320	2.42
SUBTOTAL N					33.82

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Cemento	saco	7.00	7.00	49.00
Arena	m ³	0.50	13.00	6.50
Ripio	m ³	0.70	13.00	9.10
Agua	m ³	0.22	0.86	0.19
Alambre de amarre	kg	0.25	2.94	0.74
Alfajías	u	2.00	2.00	4.00
Clavos	kg	0.15	2.10	0.32
Pingos	m	3.00	0.72	2.16
Encofrado	u	5.00	2.80	14.00
SUBTOTAL O				86.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	128.77
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	19.32
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	148.08
VALOR PROPUESTO	148.08

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 11 **Hoja:** 11 de 28
Hormigón ciclópeo 60% H.S f'c=180kg/cm2 + 40% piedra (para muros cabezales). **Unidad:** m3

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					1.89
Concreteira	1.00	4.00	4.00	1.143	4.57
SUBTOTAL M					6.46

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.143	4.18
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	1.143	4.64
Peón (Est. Ocup E2)	6.00	3.62	21.72	1.143	24.83
Carpintero (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.143	4.18
SUBTOTAL N					37.83

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Cemento	saco	3.60	7.00	25.20
Arena	m ³	0.33	13.00	4.29
Ripio	m ³	0.41	13.00	5.33
Agua	m ³	0.22	0.86	0.19
Alambre de amarre	kg	0.49	2.94	1.44
Piedra medio cemento	m ³	0.40	10.00	4.00
Clavos	kg	0.45	2.10	0.95
Encofrado	u	0.40	2.80	1.12
SUBTOTAL O				42.51

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	86.81
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	13.02
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	99.83
VALOR PROPUESTO	99.83

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 12

Hoja: 12 de 28

Suministro y colocación de subbase clase 3

Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.01
Camión cisterna	0.50	20.00	10.00	0.016	0.16
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Rodillo liso	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
SUBTOTAL M					1.29

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Operador de Motoniveladora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.016	0.06
Operador Rodillo autopropulsado (Est. Ocup C2)	0.10	3.86	0.39	0.016	0.01
Chofer: Tanquero (Est. Ocup C1)	0.50	5.31	2.66	0.016	0.04
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.016	0.06
SUBTOTAL N					0.17

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Subbase clase 3	m ³	1.050	8.00	8.40
Agua	m ³	0.200	1.03	0.21
SUBTOTAL O				8.61

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.07
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	1.51
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.58
VALOR PROPUESTO	11.58

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 13

Hoja: 13 de 28

Suministro y colocación de base clase 4

Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.01
Camión cisterna	0.50	20.00	10.00	0.016	0.16
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
Rodillo liso	1.00	30.00	30.00	0.02	0.48
SUBTOTAL M					1.29

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Operador de Motoniveladora (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.016	0.06
Operador Rodillo autopropulsado (Est. Ocup C2)	0.10	3.86	0.39	0.016	0.01
Chofer: Tanquero (Est. Ocup C1)	0.50	5.31	2.66	0.016	0.04
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.016	0.06
SUBTOTAL N					0.17

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Base clase 4	m ³	1.250	8.40	10.50
Agua	m ³	0.200	1.03	0.21
SUBTOTAL O				10.71

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.17
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	1.82
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.99
VALOR PROPUESTO	13.99

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

 Erika Moreta
 FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
 Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 14

Carpeta asfáltica mezclada en planta e=5cm

Hoja: 14 de 28

Unidad: m²

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Rodillo autopropulsador-neumático	1.00	25.00	25.00	0.008	0.20
Distribuidor de asfalto-camión imprema	1.00	35.00	35.00	0.008	0.28
Barredora autopropulsador-estático	1.00	22.00	22.00	0.008	0.18
Rodillo autopropulsador-estático	1.00	25.00	25.00	0.008	0.20
Volqueta 8m ³	1.00	20.00	20.00	0.008	0.16
Cargadora frontal	1.00	25.00	25.00	0.008	0.20
Planta asfáltica	1.00	140.00	140.00	0.008	1.12
Acabadora de pavimento asfáltico	1.00	75.00	75.00	0.008	0.60
SUBTOTAL M					2.94

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	8.00	3.62	28.96	0.008	0.23
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.008	0.03
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.008	0.03
Choferes profesionales (Est. Ocup C1)	4.00	5.31	21.24	0.008	0.17
Operador de rodillo autopropulsado (Est. Ocup C2)	1.00	3.86	3.86	0.008	0.03
Operador de distribuidor de asfalto (Est. Ocup C2)	3.00	3.86	11.58	0.008	0.09
SUBTOTAL N					0.59

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Agregados triturados para carpeta asfáltica	m ³	0.04	13.00	0.52
Diesel	Galón	0.58	1.60	0.93
Asfalto RC 250 para Imprimación	Galón	0.43	3.00	1.29
Asfalto AP3	kg	8.00	0.38	3.04
Arena para asfalto	m ³	0.03	6.00	0.18
SUBTOTAL O				5.96

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.48
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	1.42
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.90
VALOR PROPUESTO	10.90

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 15
Señalética vertical - Regulatoria

Hoja: 15 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.48
Concretera	0.10	4.00	0.40	1.000	0.40
Plotter de corte	0.10	4.00	0.40	1.000	0.40
Amoladora	0.10	1.00	0.10	1.000	0.10
SUBTOTAL M					1.38

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	1.00	7.24
Albañil (Est. Ocup D2)	0.10	3.66	0.37	1.00	0.37
Dibujante (Est. Ocup C2)	0.50	3.86	1.93	1.00	1.93
SUBTOTAL N					9.54

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Cemento	saco	0.25	7.00	1.75
Arena	m ³	0.03	13.00	0.39
Ripio	m ³	0.04	13.00	0.52
Agua	m ³	0.02	0.86	0.02
Acero de refuerzo	kg	0.10	1.00	0.10
Vinyl reflectivo HIP	m ²	0.16	45.00	7.20
Vinyl translúcido ASTM D4956	m ²	0.16	30.00	4.80
Lámina de Tol galvanizado e=2mm	m ²	0.16	15.00	2.40
Tubo H.G. 50x50x2 mm	m	2.00	5.36	10.72
Remaches	u	2.00	0.2	0.40
SUBTOTAL O				28.30

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	39.21
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	5.88
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	45.09
VALOR PROPUESTO	45.09

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 16
Señalética vertical - Preventiva

Hoja: 16 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.48
Concreteira	0.10	1.88	0.19	1.000	0.19
Plotter de corte	0.10	4.00	0.40	1.000	0.40
Amoladora	0.10	1.00	0.10	1.000	0.10
SUBTOTAL M					1.16

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	1.00	7.24
Albañil (Est. Ocup D2)	0.10	3.66	0.37	1.00	0.37
Dibujante (Est. Ocup C2)	0.50	3.86	1.93	1.00	1.93
SUBTOTAL N					9.54

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Cemento	saco	0.25	7.00	1.75
Arena	m ³	0.03	13.00	0.39
Ripio	m ³	0.04	13.00	0.52
Agua	m ³	0.02	0.86	0.02
Acero de refuerzo	kg	0.10	1.00	0.10
Vinyl reflectivo HIP	m ²	0.31	45.00	13.95
Vinyl translúcido ASTM D4956	m ²	0.31	30.00	9.30
Lámina de Tol galvanizado e=2mm	m ²	0.31	15.00	4.65
Tubo H.G. 50x50x2 mm	m	3.00	5.36	16.08
Remaches	u	4.00	0.2	0.80
SUBTOTAL O				47.56

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	58.26
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	8.74
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	67.00
VALOR PROPUESTO	67.00

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 17
Señalética vertical - Informativa

Hoja: 17 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.20
Concreteira	0.10	1.88	0.19	0.800	0.15
Plotter de corte	0.10	4.00	0.40	0.800	0.32
Amoladora	0.10	1.00	0.10	0.800	0.08
SUBTOTAL M					0.75

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.80	2.90
Albañil (Est. Ocup D2)	0.10	3.66	0.37	0.80	0.29
Dibujante (Est. Ocup C2)	0.25	3.86	0.97	0.80	0.77
SUBTOTAL N					3.96

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Cemento	saco	0.10	7.00	0.70
Arena	m ³	0.02	13.00	0.26
Ripio	m ³	0.03	13.00	0.39
Agua	m ³	0.02	0.86	0.02
Acero de refuerzo	kg	0.10	1.00	0.10
Vinyl reflectivo HIP	m ²	0.12	45.00	5.40
Vinyl translúcido ASTM D4956	m ²	0.12	30.00	3.60
Lámina de Tol galvanizado e=2mm	m ²	0.12	15.00	1.80
Tubo H.G. 50x50x2 mm	m	1.00	5.36	5.36
Remaches	u	2.00	0.20	0.40
SUBTOTAL O				18.03

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	22.74
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	3.41
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	26.15
VALOR PROPUESTO	26.15

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 18
Señalética vertical - Turística y de servicio

Hoja: 18 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.48
Concretera	0.10	1.88	0.19	1.000	0.19
Plotter de corte	0.10	4.00	0.40	1.000	0.40
Amoladora	0.10	1.00	0.10	1.000	0.10
SUBTOTAL M					1.16

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	1.00	7.24
Albañil (Est. Ocup D2)	0.10	3.66	0.37	1.00	0.37
Dibujante (Est. Ocup C2)	0.50	3.86	1.93	1.00	1.93
SUBTOTAL N					9.54

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Cemento	saco	0.25	7.00	1.75
Arena	m ³	0.03	13.00	0.39
Ripio	m ³	0.04	13.00	0.52
Agua	m ³	0.02	0.86	0.02
Acero de refuerzo	kg	0.10	1.00	0.10
Vinyl reflectivo HIP	m ²	0.16	45.00	7.20
Vinyl translúcido ASTM D4956	m ²	0.16	30.00	4.80
Lámina de Tol galvanizado e=2mm	m ²	0.16	15.00	2.40
Tubo H.G. 50x50x2 mm	m	2.00	5.36	10.72
Remaches	u	2.00	0.2	0.40
SUBTOTAL O				28.30

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	39.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	5.85
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	44.85
VALOR PROPUESTO	44.85

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 19
Señalética horizontal

Hoja: 19 de 28
Unidad: Km

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					2.17
Franjeadora	1.00	10.00	10.00	1.600	16.00
SUBTOTAL M					18.17

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	4.00	3.62	14.48	1.60	23.17
Chofer (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	1.60	8.50
Pintor (Est. Ocup D2)	2.00	3.66	7.32	1.60	11.71
SUBTOTAL N					43.38

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Diluyente	galón	1.77	7.00	12.38
Microesferas de vidrio	kg	54.43	1.90	103.42
Pintura de tráfico	galón	12.00	18.00	216.00
SUBTOTAL O				331.80

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	393.34
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	59.00
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	452.35
VALOR PROPUESTO	452.35

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 20

Hoja: 20 de 28

Suministro y colocación de guardavías metálicas dobles

Unidad: m

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.69
Concreteira	0.50	4.00	2.00	0.471	0.94
SUBTOTAL M					1.64

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.47	1.72
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.47	1.91
Peón (Est. Ocup E2)	6.00	3.62	21.72	0.47	10.23
SUBTOTAL N					13.87

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Cemento	saco	0.25	7.00	1.75
Arena	m ³	0.03	13.00	0.39
Ripio	m ³	0.05	13.00	0.65
Agua	m ³	0.01	0.86	0.01
Gemas reflectivas	u	0.52	2.90	1.51
Perfil galvanizado para guardavía	m	2.00	23.00	46.00
Poste galvanizado para guardavía	u	0.57	32.00	18.24
Terminal galvanizado para guardavía	u	0.10	15.00	1.50
SUBTOTAL O				70.05

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	85.55
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	12.83
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	98.38
VALOR PROPUESTO	98.38

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 21

Hoja: 21 de 28

Tachas reflectivas

Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.04
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	0.10	0.72
SUBTOTAL N					0.72

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Tachas reflectivas bidireccionales	u	1.00	4.82	4.82
SUBTOTAL O				4.82

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.58
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.84
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.42
VALOR PROPUESTO	6.42

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

 Erika Moreta
 FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
 Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 22

Chevrones direccionales

Hoja: 22 de 28

Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.56
Compresor	1.00	2.00	2.00	4.000	8.00
Soldadora eléctrica	1.00	2.50	2.50	4.000	10.00
Soplete	1.00	0.75	0.75	4.000	3.00
SUBTOTAL M					21.56

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	0.50	3.62
Fierrero (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.50	1.83
Pintor (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	0.50	1.83
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	0.50	2.03
Ayudante soldador (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.50	1.81
SUBTOTAL N					11.12

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Plancha de tol 1.2*2.44 e=1 mm	u	1.16	52.00	60.32
Pintura reflectiva	galón	0.25	28.00	7.00
Ángulo 25*3mm	m	3.50	1.80	6.30
Electrodos	kg	0.25	3.50	0.88
Pintura anticorrosiva	galón	0.30	25.00	7.50
Hormgón f'c=180kg/cm2	m ³	0.08	160.00	12.80
Ángulo 30*3mm	m	3.20	1.80	5.76
Pernos inoxidables	u	4.00	0.48	1.92
SUBTOTAL O				102.48

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	135.15
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	20.27
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	155.42
VALOR PROPUESTO	155.42

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 23
Charlas de seguridad industrial

Hoja: 23 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.00
SUBTOTAL M					0.00

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
SUBTOTAL N					0.00

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Charlas de concientización y seguridad industrial	u	1.00	45.00	45.00
SUBTOTAL O				45.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	45.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	6.75
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	51.75
VALOR PROPUESTO	51.75

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

 Erika Moreta
 FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
 Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 24
Señalética preventiva

Hoja: 24 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.57
SUBTOTAL M					0.57

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	1.00	3.62
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.00	3.66
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	1.00	4.06	4.06	1.00	4.06
SUBTOTAL N					11.34

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Vinyl reflectivo tipo IV	rollo	1.00	21.33	21.33
Vinyl electro corte	rollo	1.00	10.67	10.67
Tol	m ²	1.00	7.50	7.50
Tubo cuadrado 2" 1/2	u	1.00	15.83	15.83
Tuercas y arandelas e=12mm	u	2.00	2.50	5.00
SUBTOTAL O				60.33

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	72.24
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	10.84
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	83.07
VALOR PROPUESTO	83.07

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 25
Agua para control de polvo

Hoja: 25 de 28
Unidad: m³

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.04
Camión cisterna	1.00	20.00	20.00	0.085	1.70
SUBTOTAL M					1.74

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	0.085	0.31
Chofer cisterna (Est. Ocup C1)	1.00	5.31	5.31	0.085	0.45
SUBTOTAL N					0.76

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Agua	m ³	1.00	1.04	1.04
SUBTOTAL O				1.04

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.54
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.53
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.07
VALOR PROPUESTO	4.07

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 26
Letrero de la obra

Hoja: 26 de 28
Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.47
SUBTOTAL M					0.47

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	1.00	3.62
Albañil (Est. Ocup D2)	1.00	3.66	3.66	1.00	3.66
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.50	4.06	2.03	1.00	2.03
SUBTOTAL N					9.31

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
Tuercas y arandelas e=12mm	u	2.00	2.50	5.00
Cemento	saco	0.40	7.00	2.80
Arena	m ³	0.02	13.00	0.26
Ripio	m ³	0.03	13.00	0.39
Agua	m ³	0.01	0.86	0.01
Tol	m ²	1.00	7.50	7.50
Tubo cuadrado 2"1/2	u	1.00	16.00	16.00
SUBTOTAL O				31.96

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	41.73
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	6.26
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	47.99
VALOR PROPUESTO	47.99

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquirco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 27

Hoja: 27 de 28

Suministro, plantación y conservación de plantas

Unidad: u

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.18
SUBTOTAL M					0.18

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	1.00	3.62	3.62	1.00	3.62
SUBTOTAL N					3.62

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
Agua	m ³	0.04	0.30	0.01
Abono orgánico	kg	1.60	1.10	1.76
SUBTOTAL O				1.77

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C=A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.57
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.84
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.41
VALOR PROPUESTO	6.41

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

 Erika Moreta
 FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
 Ambato, Diciembre - 2021



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la Vía Calamaca-Chiquiurco desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 4+000 perteneciente al cantón Ambato de la provincia de Tungurahua.

RUBRO: 28

Hoja: 28 de 28

Limpieza general de la obra

Unidad: m²

EQUIPO Y MAQUINARIA

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Herramienta menor 5% de M.O					0.03
Volqueta 8m ³	0.125	20.00	2.50	0.080	0.20
Equipo de protección industrial	1.00	0.06	0.06	0.080	0.005
SUBTOTAL M					0.23

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D = C*R
Peón (Est. Ocup E2)	2.00	3.62	7.24	0.08	0.58
Chofer: Volqueta (Est. Ocup C1)	0.01	5.31	0.05	0.08	0.00
Maestro mayor (Est. Ocup C1)	0.05	4.06	0.20	0.08	0.02
SUBTOTAL N					0.60

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unit. B	Costo C = A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.83
INDIRECTOS Y UTILIDAD 15.00%	0.13
OTROS INDIRECTOS 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.96
VALOR PROPUESTO	0.96

Estos precios no incluyen IVA.

Elaborado por:

Erika Moreta
FIRMA RESPONSABLE

LUGAR, FECHA:
Ambato, Diciembre - 2021

ANEXO G.

Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas para el presente proyecto están basadas en la MOP – 001 - F 2002: ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES.

Movimiento de tierras

Rubro 1. Desbroce, desbosque y limpieza

Descripción: Este trabajo implica limpiar el terreno necesario para ejecutar la obra vial, eliminando cualquier vegetación que se encuentre en el área de la vía.

Procedimiento de trabajo: Se ejecuta por medios eficaces, manuales y mecánicos, dentro de los límites de construcción y hasta 10m por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. Los arbustos, maleza, troncos, etc. se eliminarán completamente. Estos trabajos no deben afectar la vegetación, edificaciones, etc. colindantes con el área del proyecto.

Equipo mínimo: Excavadora, herramienta menor, motosierra, volqueta.

Medición y pago: Se mide en hectáreas (Ha), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 2. Replanteo y nivelación con equipo topográfico

Descripción: Este trabajo consiste en la nivelación de todo el proyecto vial.

Procedimiento de trabajo: Se colocará estacas delimitando el área de proyecto, identificando su cota y abscisa, con el fin de servir de guía para realizar las excavaciones y rellenos necesarios.

Materiales: Estacas, clavos, pintura

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramienta menor.

Mano de obra: Topógrafo, cadeneros.

Medición y pago: Se mide en kilómetros (km), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 3. Excavación sin clasificar incluye desalojo

Descripción: Consiste en la excavación y desalojo de todos los materiales que se encuentre dentro del área de proyecto.

Equipo mínimo: Herramienta menor, retroexcavadora, volqueta, motoniveladora.

Mano de obra: Peón, operador de excavadora, operador de motoniveladora, chofer de volqueta.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m³), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 4. Relleno suelo natural compactado

Descripción: Actividades de rellenos para conformar la subrasante con material del sitio, este material debe estar libre de toda materia orgánica.

Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador

Mano de obra: Albañil, peón, chofer de volqueta, chofer de camión cisterna.

Medición y pago: Se mide en metro cúbico (m³), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Instalaciones de drenaje

Rubro 5. Excavación para estructuras menores

Descripción: Consiste en la excavación de zanjas para las alcantarillas (ducto, cabezales, pozos)

Equipo mínimo: Retroexcavadora, herramienta menor.

Mano de obra: Maestro mayor, albañil, operador excavadora, ayudante de maquinaria.

Medición y pago: Se mide en metro cúbico (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 6. Suministro y colocación de tubería de acero corrugado $d_{int} = 1000mm$ y $e = 2mm$

Descripción: Se colocará una tubería de acero corrugado con un diámetro de 1000mm en la zanja excavada cumpliendo con las pendientes estipuladas.

Materiales: Tubería de acero corrugado

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra: Peón, albañil, maestro mayor.

Medición y pago: Se mide en metro lineal (m), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 7. Relleno compactado con material propio

Descripción: Actividades de relleno de zanjas de alcantarillas, luego de colocada la tubería, para lo cual se utilizará el mismo material del lugar.

Materiales: Agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, compactador.

Mano de obra: Peón, albañil.

Medición y pago: Se mide en metro cúbico (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 8. Replantillo $f'c = 140kg/cm^2$ para base de cajas recolectoras $e=20cm$

Descripción: La colocación del replantillo se realiza sobre el terreno previamente nivelado.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera.

Mano de obra: Albañil, maestro mayor, peón.

Materiales: Agua, cemento, agregados (ripio y arena).

Medición y pago: Se mide en metro cúbico (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 9. Hormigón simple $f'c=180kg/cm^2$ (para cunetas)

Descripción: Las cunetas serán construidas con hormigón de $f'c=180kg/cm^2$

Materiales: Agua, cemento, agregados (ripio y arena), encofrado, alambre de amarre, alfajías, clavos, pingos.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador

Mano de obra: Maestro mayor, albañil, carpintero, peón.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 10. Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (para cajones de entrada)

Descripción: Este rubro implica la construcción de los cajones de entrada de descarga con las dimensiones dadas.

Materiales: Agua, cemento, agregados (ripio y arena), encofrado, alambre de amarre, alfajías, clavos, pingos.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, vibrador

Mano de obra: Maestro mayor, albañil, carpintero, peón.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 11. Hormigón ciclópeo 60% H.S $f'c=180\text{kg/cm}^2$ + 40% piedra (para muros cabezales).

Descripción: Este rubro implica la construcción de muros cabezales conformados por el 60% de hormigón simple con un $f'c=180\text{kg/cm}^2$ + 40% de piedra.

Materiales: Agua, cemento, agregados (ripio y arena), encofrado, alambre de amarre, clavos, piedra medio cimienta.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera

Mano de obra: Albañil, carpintero, maestro mayor, peón.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Estructuras del pavimento

Rubro 12. Suministro y colocación de Subbase clase 3

Descripción: Este rubro implica la colocación de una capa de subbase granular clase 3, que cumpla con las especificaciones dadas.

Materiales: Subbase granular, agua.

Equipo mínimo: Herramienta menor, camión cisterna, motoniveladora, rodillo liso.

Mano de obra: Chofer tanquero, Operador de motoniveladora, Operador de Rodillo autopropulsado, Peón.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 13. Suministro y colocación de base clase 4

Descripción: Este rubro implica la colocación de una capa de base granular clase 4, que cumpla con las especificaciones dadas.

Materiales: Base granular, agua.

Equipo mínimo: Herramienta menor, camión cisterna, motoniveladora, rodillo liso.

Mano de obra: Chofer tanquero, Operador de motoniveladora, Operador de Rodillo autopropulsado, Peón.

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m^3), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 14. Carpeta asfáltica mezclada en planta e=5cm

Descripción: Este rubro implica la construcción de la capa de rodadura con mezcla asfáltica constituido por agregados con granulometría especificada y material asfáltico mezclados en caliente en la planta central.

Materiales: Asfalto AP-3, diesel, ripio triturado, arena para asfalto,

Equipo mínimo: Herramienta menor, escoba mecánica, finisher, planta asfáltica, rodillo neumático, rodillo liso.

Mano de obra: Chofer tanqueros, operador responsable de la planta asfáltica, rodillo autopulsado, engrasador o abastecedor responsable, peón, albañil.

Medición y pago: Se mide en metros cuadrados (m²), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Señalización vial

Rubro 15,16,17,18. Señalización vertical regulatoria, preventiva, informativa, turística y de servicio.

Descripción: Suministro e instalación de señales verticales como son los rótulos, ubicados junto a la vía. El diseño de estas señales se basa en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 tanto para señalización horizontal como vertical.

Materiales: Cemento, arena, agregados (ripio y arena), acero de refuerzo, Vinyl Reflectivo HIP, Vinyl Translúcido ASTM D4956, lámina de tol galvanizado e=2mm, tubo H.G 50x50x2mm, remaches.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera, amoladora, plotter de corte.

Mano de obra: Peón, albañil, dibujante.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades (U), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 19. Señalización horizontal

Descripción: Aplicación de marcas de pintura reflectiva sobre el pavimento. El diseño de estas señales se basa en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 tanto para señalización horizontal como vertical.

Materiales: Diluyente, microesferas de vidrio, pintura de tráfico.

Equipo mínimo: Herramienta menor, franjeadora.

Mano de obra: Chofer de camiones, peón, pintor

Medición y pago: Se cuantifica en kilómetros (km), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 20. Suministro y colocación de guardavías metálicas dobles

Descripción: Colocación de guardavías metálicas en sitios específicos donde se presenten riesgos a los conductores como accidentes topográficos, curvas, etc.

Materiales: Cemento, agua, agregados (ripió y arena), gemas reflectivas, perfil galvanizado para guardavía, poste galvanizado para guardavía, terminal galvanizado para guardavía.

Equipo mínimo: Herramienta menor, concretera

Mano de obra: Peón, albañil, maestro mayor.

Medición y pago: Se mide en metros lineales (m), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 21. Tachas reflectivas

Descripción: Consiste en el suministro y colocación de tachas reflectivas u ojos de gato con la finalidad de delinear la vía, (eje y carriles) para que se puedan observar en condiciones de baja visibilidad o de noche.

Materiales: Tachas reflectivas bidireccionales

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades.

Rubro 22. Chevrones direccionales

Descripción: Suministro y colocación de chevrones en varios tramos de la vía con la finalidad de indicar a los conductores las direcciones de la misma. Estas señales son de color amarillo en el fondo y la flecha de color negro.

Materiales: Plancha de tol, pintura reflectiva, ángulos, electrodos, pintura anticorrosiva, pernos inoxidables.

Equipo mínimo: Herramienta menor, compresor, soldadora eléctrica, soplete.

Mano de obra: Peón, herrero, pintor, maestro mayor.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades.

Prevención y mitigación de impactos ambientales

Rubro 23. Charlas de seguridad industrial

Descripción: Este rubro implica la realización de charlas, conversaciones, diálogos con el personal encargado de dirigir el proyecto vial y los trabajadores del mismo, de

temas como la seguridad industrial, actividades que pueden y no pueden realizar, técnicas, manejo de equipos, etc.

Medición y pago: cantidad de charlas que se realizan.

Rubro 24. Señalética preventiva

Descripción: Colocación de carteles, rótulos que indican a la ciudadanía que se está realizando una obra, construcción y que se tome las debidas precauciones. Sus dimensiones son: 1.20m de ancho, 0.50m de altura, colocados en postes de acero galvanizado de 5cm.

Materiales: Vinyl reflectivo tipo IV, vinyl electro corte, lámina de tol galvanizado de 0.50m*1.20m e=2.00mm, tubo HG 50x50x2mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón, maestro mayor, soldador.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades.

Rubro 25. Agua para control de polvo

Descripción: Consiste en regar agua con la finalidad de controlar el polvo que se genera por los trabajos en la vía.

Materiales: Agua

Equipo mínimo: Herramienta menor, camión cisterna

Mano de obra: Peón, chofer camión cisterna

Medición y pago: Se mide en metros cúbicos (m³), pagándose al precio unitario contractual para el rubro.

Rubro 26. Letrero de la obra

Descripción: Suministro y colocación de un letrero informativo de la obra con los datos de la misma, contratista, fiscalizador, plazo, etc.

Materiales: Tol, tubo cuadrado 2" ½, tuercas y arandales e=12mm, cemento portland, arena, ripio, agua

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón, albañil, maestro mayor.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades.

Rubro 27. Suministro, plantación y conservación de plantas ornamentales.

Descripción: Consiste en plantar, conservar plantas, árboles en lugares determinados por la fiscalización y proporcionaran el cuidado respectivo hasta la recepción definitiva de los trabajos.

Materiales: Árbol ornamental. Abono orgánico, agua.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón.

Medición y pago: Se cuantifica en unidades.

Rubro 28. Limpieza general de la obra

Descripción: El contratista deberá realizar la limpieza de la obra, desalojando todo el material sobrante del sitio, esto con la finalidad de mitigar en lo posible el impacto ambiental.

Equipo mínimo: Herramienta menor, volqueta, equipo de protección industrial.

Mano de obra: Peón, maestro mayor, chofer.

Medición y pago: Se cuantifica en metros cuadrados (m²).

ANEXO H.

Fotografías

Condiciones de la vía actual



Anexo H-1. Estado de la vía.



Anexo H-2. Acumulación de agua en el extremo de la vía.

Levantamiento topográfico



Anexo H-3. Tomando los puntos





Anexo H-4. Tomando puntos de la vía




Anexo H-5. Cadeneros





Anexo H-6. Prismas

Conteo vehicular	
	
Anexo H-7. Registro de los vehículos	Anexo H-8. Registro de los vehículos
	
Anexo H-9. Paso de un vehículo	Anexo H-10. Registro de los vehículos





Obtención de muestras	
	
Anexo H-11. Midiendo la calicata de 1x1m y 50cm de profundidad.	Anexo H-12. Secado de muestra 1.



	
<p>Anexo H-13. Cavando calicata Muestra 2</p>	<p>Anexo H-14. Cavando calicata Muestra 3</p>
	
<p>Anexo H-15. Cavando calicata Muestra 4</p>	<p>Anexo H-16. Transporte de las muestras.</p>

Ensayos de laboratorio	
	
<p>Anexo H-17. Pesando recipientes para contenido de humedad</p>	<p>Anexo H-18. Poniendo los recipientes en el horno.</p>

	
<p>Anexo H-19. Pesando la muestra para granulometría</p>	<p>Anexo H-20. Pasando la muestra por los tamices cuadrados y redondos.</p>
	
<p>Anexo H-21. Colocando la muestra en la Copa de Casagrande.</p>	<p>Anexo H-22. Pesando las muestras para límite líquido y plástico.</p>

Ensayos de laboratorio	
	
<p>Anexo H-23. Pesando la muestra para el ensayo Próctor.</p>	<p>Anexo H-24. Midiendo y pesando el molde.</p>

	
<p>Anexo H-25. Colocando la primera capa del suelo.</p>	<p>Anexo H-26. Apisonando la primera capa con el martillo.</p>
	
<p>Anexo H-27. Pesando el molde con la muestra.</p>	<p>Anexo H-28. Sacando muestras para contenido de humedad.</p>

Ensayos de laboratorio	
	
<p>Anexo H-29. Mezclando el suelo con la humedad óptima establecida.</p>	<p>Anexo H-30. Molde compactado</p>



Anexo H-31. Molde con pesas.



Anexo H-32. Muestras de suelo sumergidas.



Anexo H-33. Pesando el molde después de la saturación.



Anexo H-34. Realizando el ensayo en la Maquina CBR.

ANEXO I.

Planos