



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA
ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS:
GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED**

**AUTORES: CHIPANTIZA LÓPEZ, KEVIN XAVIER
CRIOLLO SANDOVAL, DENNISSE PAOLA**

DIRECTOR: ING. ROBALINO BEDÓN, IVETH CAROLINA

SANGOLQUÍ

2019



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS: GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED**” realizado por los señores Kevin Xavier Chipantiza López y Dennisse Paola Criollo Sandoval, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar a los señores Kevin Xavier Chipantiza López y Dennisse Paola Criollo Sandoval para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 enero del 2019

ING. IVETH CAROLINA ROBALINO BEDÓN
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación **“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS: GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teórico, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetado los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 25 enero del 2019

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Kevin Xavier Chipantiza López', is positioned above a horizontal dashed line.

KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ

C.C. 1719087304



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación **“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS: GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teórico, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetado los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 25 enero del 2019

DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL

C.C. 1720110673



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS: GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 25 enero del 2019

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal dashed line. The signature is cursive and appears to read 'Kevin Xavier Chipantiza López'.

KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ

C.C. 1719087304



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación “**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CICLOVÍA EN LA ADMINISTRACIÓN ZONAL VALLE DE LOS CHILLOS PARROQUIAS: GUANGOPOLO, CONOCOTO, ALANGASÍ Y LA MERCED**”, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 25 enero del 2019

DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL

C.C. 1720110673

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado en este proyecto está dirigido a mis padres, debido a que siempre ha sido su aspiración la de verme conseguir cada meta que me planteo sabiendo darme todo lo necesario para forjar mi camino correctamente, convirtiéndolos en el pilar fundamental de mi formación profesional y como un gran ejemplo de la perseverancia y dedicación. También quiero dedicar este esfuerzo a mi hermano, que al encontrarse lejos siempre me ha dado su apoyo incondicional, lo que me ayuda a dar mayor empeño en cada objetivo trazado.

KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por estar presente en cada una de mis metas académicas. A mis padres ya que con su amor y fe depositado en cada día de mi vida han conseguido que sea una persona de bien. A mi hermano por sus deseos y ánimos brindados para querer alcanzar uno de mis objetivos como lo es el ser un profesional más en la familia. A mis abuelos que por su anhelo de verme triunfar han sabido enseñarme el valor del trabajo y lo que se puede llegar a ser con ello. A mi tío Hermes por ser mi mentor y enseñarme el aprecio que se tiene hacia las personas con las que se comparte el trabajo fuera de casa. A mi novia y compañera de tesis Dennisse, ya que con su apoyo y cariño ha logrado darme un impulso para culminar mi carrera. Agradezco a la Ing. Carolina Robalino por darnos la oportunidad de trabajar con ella y compartir los conocimientos que han contribuido a la elaboración de este proyecto. Finalmente agradezco a la familia y amigos restantes que han podido ayudarme de alguna forma a desarrollar la idea planteada desde el principio para el proyecto. Gracias.

KEVIN XAVIER CHIPANTIZA LÓPEZ

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de titulación en primer lugar a Dios, que siempre en silencio ha sabido darme fuerza de voluntad para no decaer en los momentos difíciles. A mi familia que me apoya y motiva a ser una persona de convicciones, capaz de entregar lo mejor en todo lo que me propongo realizar por alcanzar mis metas. Quiero hacer una especial mención a mi madre que, con el tiempo se ha convertido en mi mayor fortaleza, constantemente me incentiva a enfrentar nuevos retos, confía en mis capacidades y acepta mis debilidades; también quiero dedicar este logro a mi padre que, aunque por un tiempo estuvo ausente, supo brindarme todo su apoyo a la distancia y siempre ha luchado por darme lo mejor. Y por último quiero dedicar este trabajo a mi hermano, aspirando que para él sea una motivación en su vida estudiantil, la misma que espero resulte llena de logros y metas cumplidas.

DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y las capacidades necesarias para enfrentar todos los obstáculos que se presentaron a lo largo de este proyecto, a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por ser la sede que puso en mi camino a extraordinarios maestros, que a través de sus cátedras supieron darme las herramientas necesarias para enfrentar los problemas que se presenten en mi vida profesional. Quiero agradecer a mi tutora de tesis Ingeniera Carolina Robalino, que puso su confianza en mí para poder efectuar este tema de investigación y supo guiarme a lo largo de todo el trayecto para su elaboración. Agradezco a mi familia que fue un pilar fundamental durante el proceso mediante su apoyo y colaboración, quiero enfatizar en mis abuelitos Luis y Juanita, de quienes nunca faltó una palabra de aliento y que con sus oraciones supieron bendecir cada una de las actividades que desarrolle durante la ejecución de mi plan de titulación. A mis padres que motivaron y financiaron mi vida estudiantil sin esperar nada a cambio, solo la satisfacción de poder ofrecerme lo mejor y darme las armas necesarias para enfrentar la vida. Y por último doy gracias a mi compañero de tesis Kevin Chipantiza que fue mi apoyo y fortalece a lo largo del proyecto; así como a su familia que me abrió las puertas de su hogar durante el mismo.

DENNISSE PAOLA CRIOLLO SANDOVAL

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
AUTORIZACIÓN.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
1.5. Ubicación del proyecto.....	10
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Prefactibilidad para un proyecto en el sector del transporte	12
2.2. Definición de ciclovía	12
2.3. Beneficios de una ciclovía.....	13
2.4. Tipos de ciclovía de acuerdo a la zona de estudio	13

2.4.1. Cicloruta en sitio propio o en andén (vía ciclística)	13
2.4.2. Cicloruta en vía compartida (faja ciclística).....	14
2.4.3. Vías compartidas	15
2.5. Dimensionamiento de la infraestructura ciclista	16
2.6. Diseño de ciclovía	19
2.7. Estudio de tráfico	19
2.7.1. Contabilización manual	19
2.7.2. Volumen de tránsito	20
2.7.3. Volumen de tránsito absoluto.....	20
2.7.4. Volumen de tránsito promedio diarios	20
2.7.5. Tránsito futuro	21
2.8. Tipos de daños en pavimentos flexibles.....	21
CAPÍTULO III	29
ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	29
3.1. Condiciones del ciclismo	29
3.2. Población.....	30
3.3. Caracterización.....	30
3.3.1. Sitios turísticos que se pueden potenciar.....	30
3.3.1.1. Fuentes termales.....	30
3.3.1.2. Puntos turísticos	32
3.3.2. Reserva ecológica.....	37
3.3.3. Tráfico vehicular	40
3.3.3.1. Caracterización estructural de las vías	50
CAPÍTULO IV	61
DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO.....	61
4.1. Análisis de la idea	61
4.2. Encuestas origen destino	64
4.2.1. Procesamiento de datos	66

4.3.	Análisis de interés - influencia	69
4.3.1.	Cuadro de involucrados	70
4.3.2.	Matriz de involucrados	77
4.4.	Identificación del problema.....	79
4.4.1.	Matriz de Vester	79
4.4.2.	Árbol de problemas	81
4.5.	Situación futura deseada.....	83
4.5.1.	Árbol de objetivos	83
4.5.2.	Alternativas del proyecto.....	85
4.5.2.1.	Alternativa social y cultural	85
4.5.2.2.	Alternativa técnica	87
4.5.3.	Matriz de marco lógico de la alternativa técnica.....	89
4.6.	Alternativas de ruta para ciclovía.....	94
CAPÍTULO V		98
EVALUACIÓN DE RUTAS PARA CICLOVÍA		98
5.1.	Análisis de alternativa 1	100
5.1.1.	Tipo de ciclovía	102
5.1.2.	Topografía básica	103
5.1.3.	Obras de Ingeniería Menor	117
5.1.4.	Presupuesto referencial.....	117
5.2.	Análisis de alternativa 2	120
5.2.1.	Tipo de ciclovía	122
5.2.2.	Topografía básica	122
5.2.3.	Presupuesto referencial.....	127
5.3.	Determinación de ruta definitiva.....	129
CAPÍTULO VI.....		132
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD		132

6.1. Prefactibilidad técnica	132
6.1.1. Diseño de ciclovía	157
6.1.1.1. Diseño horizontal	174
6.1.1.2. Diseño vertical	184
6.1.2. Diseño de pavimento	186
6.1.3. Sistema de drenaje vial	192
6.1.3.1. Drenaje longitudinal.....	193
6.1.3.2. Sumideros.....	207
6.1.3.3. Drenaje transversal.....	212
6.1.3.4. Protección de entrada y salida para alcantarillas	225
6.1.3.5. Relleno de alcantarillas	231
6.1.4. Obras complementarias	232
6.1.4.1. Estabilidad de talud.....	232
6.1.4.2. Diseño de veredas y bordillos	236
6.1.4.3. Barandillas peatonales.....	238
6.1.4.4. Parqueaderos	239
6.1.5. Señalización.....	241
6.1.5.1. Señalética vertical	241
6.1.5.2. Señalética horizontal	253
6.1.5.3. Intersecciones.....	258
6.1.5.4. Cajas de seguridad	270
6.1.5.5. Dispositivos complementarios	272
6.1.5.6. Semaforización.....	273
6.1.6. Iluminación.....	281
6.1.7. Determinación de prefactibilidad técnica.....	284
6.2. Prefactibilidad financiera	290
6.2.1. Rubros, Cantidades, costos unitarios y presupuesto.....	290
6.2.1.1. Rubros y cantidades de obra	290

6.2.1.2. Presupuesto	310
6.2.2. Matriz de inversión.....	314
6.2.3. Análisis de sensibilidad	316
CAPÍTULO VII.....	324
7.1. Conclusiones	324
7.2. Recomendaciones.....	329
Bibliografía.....	330

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cronología de ciclovías en Quito</i>	2
Tabla 2. <i>Número de viajes proyectados al 2014</i>	6
Tabla 3. <i>Cuadro comparativo de accidentes ocurridos a ciclistas registrados por la AMT</i>	6
Tabla 4. <i>Problemáticas y alternativas de la Mancomunidad Ilaló</i>	7
Tabla 5. <i>Dimensionamiento de la infraestructura ciclista</i>	17
Tabla 6. <i>Volumen de tránsito absoluto</i>	20
Tabla 7. <i>Tipos de volumen de tránsito promedio diarios</i>	21
Tabla 8. <i>Tipos de daño en pavimentos flexibles</i>	22
Tabla 9. <i>Densidad poblacional en las parroquias de la zona de estudio</i>	30
Tabla 10. <i>Fuentes termales de la provincia de Pichincha</i>	31
Tabla 11. <i>Puntos turísticos en la zona de estudio</i>	33
Tabla 12. <i>Tránsito diario y semanal avenida Ilaló</i>	40
Tabla 13. <i>Días de cada mes del año 2018</i>	42
Tabla 14. <i>Tránsito mensual y anual (2018) avenida Ilaló</i>	42
Tabla 15. <i>TPDS y TPDA de la avenida Ilaló</i>	44
Tabla 16. <i>Tránsito promedio diario mensual de la avenida Ilaló</i>	44
Tabla 17. <i>Tránsito futuro avenida Ilaló</i>	45
Tabla 18. <i>Tránsito diario y semanal avenida Intervalles</i>	45
Tabla 19. <i>Tránsito mensual y anual (2018) avenida Intervalles</i>	47
Tabla 20. <i>TPDS y TPDA de la avenida Intervalles</i>	48

Tabla 21. <i>Tránsito promedio diario mensual de la avenida Intervalles</i>	49
Tabla 22. <i>Tránsito futuro avenida Intervalles</i>	49
Tabla 23. <i>Caracterización de los daños en el pavimento de la Av. Intervalles</i>	51
Tabla 24. <i>Resumen de afectación por daño del pavimento en la Av. Intervalles</i>	52
Tabla 25. <i>Área de afectación según el tipo de daño en la Av. Intervalles</i>	53
Tabla 26. <i>Caracterización de los daños en el pavimento de la Av. Ilaló</i>	56
Tabla 27. <i>Resumen de afectación por daño en el pavimento de la Av. Ilaló</i>	57
Tabla 28. <i>Área de afectación según el tipo de daño en la Av. Ilaló</i>	59
Tabla 29. <i>Cuadro de involucrados</i>	71
Tabla 30. <i>Valoración de Interés e Influencia</i>	77
Tabla 31. <i>Valoración de relación de causalidad matriz de Vester</i>	79
Tabla 32. <i>Matriz de Vester referente al proyecto</i>	80
Tabla 33. <i>Análisis de alternativa social y cultural</i>	86
Tabla 34. <i>Análisis de alternativa técnica</i>	88
Tabla 35. <i>Matriz de marco lógico alternativa técnica</i>	89
Tabla 36. <i>Caracterización de vías en la alternativa 1</i>	103
Tabla 37. <i>Presupuesto referencial para la primera alternativa de ciclovía en la zona de estudio</i>	117
Tabla 38. <i>Presupuesto referencial para la rehabilitación del tramo Santuario Schoenstatt-Termas de La Merced (Calle: Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas)</i>	119
Tabla 39. <i>Caracterización de las vías en la alternativa 2</i>	123
Tabla 40. <i>Presupuesto referencial para la segunda alternativa de ciclovía en la zona de estudio</i>	127
Tabla 41. <i>Presupuesto referencial para la rehabilitación del tramo Piscinas Ilaló-Cruz Ilaló</i>	129
Tabla 42. <i>Cuadro comparativo de alternativas de ciclovía en la zona de estudio</i>	129
Tabla 43. <i>Ponderación de alternativas de ruta para ciclovía</i>	131
Tabla 44. <i>Verificación de la topografía existente en la zona de estudio a través de secciones transversales</i>	133
Tabla 45. <i>Porcentaje de coincidencia en secciones transversales</i>	153
Tabla 46. <i>Cuadro resumen de los parámetros técnicos para el diseño de una ciclovía</i>	157

Tabla 47. <i>Parámetros técnicos mínimos para vías rurales</i>	172
Tabla 48. <i>Parámetros técnicos para ciclovías urbanas en el Distrito Metropolitano de Quito</i> 173	173
Tabla 49. <i>Parámetros técnicos iniciales para el diseño de ciclovía Intervalles</i>	179
Tabla 50. <i>Visibilidad mínima para ciclistas</i>	180
Tabla 51. <i>Distancia de visibilidad para los tramos de ciclovía Intervalles</i>	181
Tabla 52. <i>Despeje lateral para curvas horizontales, ciclovía segregada Intervalles</i>	182
Tabla 53. <i>Cuadro de curvas horizontales ciclovía Intervalles</i>	183
Tabla 54. <i>Longitud mínima de curva vertical ciclovía Intervalles</i>	184
Tabla 55. <i>Cuadro de curvas verticales ciclovía Intervalles</i>	185
Tabla 56. <i>Coefficientes para la fórmula estructural del proyecto</i>	189
Tabla 57. <i>Coefficientes para determinar cargas equivalentes para eje simple de 8.2 Tn</i>	190
Tabla 58. <i>Coefficientes de escorrentía</i>	198
Tabla 59. <i>Caudal calculado para ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06</i>	199
Tabla 60. <i>Caudal calculado ciclovía Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290</i>	199
Tabla 61. <i>Distancias máximas recomendadas entre rejillas</i>	200
Tabla 62. <i>Caudal calculado ciclovía Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230</i>	200
Tabla 63. <i>Caudal de diseño abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros</i>	204
Tabla 64. <i>Caudal de diseño abscisa 1+600 hasta 3+290 metros</i>	204
Tabla 65. <i>Caudal de diseño Parque de la Armenia 1+610m a 2+230m</i>	205
Tabla 66. <i>Velocidad de diseño Intervalles tramo abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros</i>	206
Tabla 67. <i>Velocidad de diseño Intervalles tramo abscisa 1+600 hasta 3+290 metros</i>	206
Tabla 68. <i>Velocidad de diseño Parque de la Armenia tramo abscisa 1+610 hasta 2+230</i>	207
Tabla 69. <i>Parámetros de diseño para sumideros</i>	207
Tabla 70. <i>Diseño de rejillas ciclovía segregada Intervalles</i>	210
Tabla 71. <i>Diseño de rejillas Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230</i>	211
Tabla 72. <i>Ubicación pozos y quebradas en la zona de estudio para ciclovías segregadas</i>	212
Tabla 73. <i>Parámetros requeridos para el diseño de alcantarillas de desfogue</i>	213
Tabla 74. <i>Diseño de alcantarillas para ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06, en función a la condición de pérdidas asumidas</i>	217

Tabla 75. <i>Diseño de alcantarillas para ciclovía Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290, en función a la condición de pérdidas asumidas</i>	217
Tabla 76. <i>Diseño hidráulico de alcantarillas ciclovía segregada Intervalles, en función a la condición de su caudal</i>	220
Tabla 77. <i>Diseño hidráulico para alcantarillas que permiten el cruce del cauce natural. Intervalles abscisa 1+000 hasta 1+008,06</i>	223
Tabla 78. <i>Diseño hidráulico para alcantarillas que permiten el cruce del cauce natural. Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290</i>	223
Tabla 79. <i>Especificaciones para tubería de desfogue Ciclovía segregada Parque de la Armenia</i>	224
Tabla 80. <i>Diseño de alcantarilla tipo rampa de descarga para desfogue ciclovía Parque de la Armenia</i>	224
Tabla 81. <i>Diseño de muros</i>	228
Tabla 82. <i>Diseño de losa de fondo</i>	230
Tabla 83. <i>Propiedades índice-mecánicas “Tipo 2”</i>	233
Tabla 84. <i>Espesor compactado en centímetro de la base granular</i>	237
Tabla 85. <i>Señalética vertical para infraestructura ciclística</i>	243
Tabla 86. <i>Señalética horizontal para infraestructura ciclística</i>	254
Tabla 87. <i>Señalización para intersecciones en infraestructura ciclística</i>	259
Tabla 88. <i>Caja de seguridad para infraestructura ciclística</i>	271
Tabla 89. <i>Separadores viales para infraestructura</i>	272
Tabla 90. <i>Visibilidad que requiere el ciclista en intersecciones</i>	273
Tabla 91. <i>Flujo vehicular mínimo para la colocación de semáforos</i>	274
Tabla 92. <i>Señalética de ciclovía para el proyecto.</i>	277
Tabla 93. <i>Prefactibilidad ciclovía segregada Intervalles abscisas 0+000 hasta 1+008,06</i>	285
Tabla 94. <i>Prefactibilidad ciclovía compartida Intervalles abscisa 1+008,06 hasta 1+600</i>	286
Tabla 95. <i>Prefactibilidad ciclovía segregada Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290</i>	287
Tabla 96. <i>Prefactibilidad ciclovía compartida Intervalles abscisa 3+290 hasta 4+530</i>	288
Tabla 97. <i>Prefactibilidad técnica del proyecto</i>	289
Tabla 98. <i>Cálculo de cantidades de obra</i>	290

Tabla 99. <i>Costos indirectos del proyecto</i>	307
Tabla 100. <i>Análisis de precios unitario rubro: Desbroce, desbosque y limpieza</i>	310
Tabla 101. <i>Presupuesto de inversión para implementación del proyecto</i>	311
Tabla 102. <i>Presupuesto ciclovía compartida Avenida Intervalles</i>	314
Tabla 103. <i>Matriz de inversión por tipo y tramo de ciclovía dentro del proyecto</i>	315
Tabla 104. <i>Análisis del VAN</i>	317
Tabla 105. <i>Reparaciones pertinentes a un mantenimiento preventivo</i>	318
Tabla 106. <i>Costos vehiculares por mantenimiento</i>	318
Tabla 107. <i>Costos por consumo de combustible</i>	318
Tabla 108. <i>Costos totales de un vehículo promedio en un año</i>	318
Tabla 109. <i>Ingresos totales para el proyecto en el primer año</i>	319
Tabla 110. <i>Flujo efectivo del proyecto para una proyección de 10 años</i>	320
Tabla 111. <i>Análisis del VAN con variación en los ingresos y egresos</i>	322

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclismo nocturno en el Valle de Los Chillos	3
Figura 2. Ciclistas particulares y profesionales haciendo uso compartido de la calzada en la Av. Intervalles e Ilaló	4
Figura 3. Deterioro de la Av. Ilaló por trabajos de alcantarillado.....	9
Figura 4. Mapa de ubicación.....	11
Figura 5. Señalización de ciclovía propia con espacio de seguridad	14
Figura 6. Señalización carril compartido	14
Figura 7. Señalización para carril compartido	15
Figura 8. Puntos turísticos de la zona de estudio	36
Figura 9. Reserva ecológica Ilaló.....	39
Figura 10. Tránsito diario avenida Ilaló.....	41
Figura 11. Tránsito semanal avenida Ilaló	41
Figura 12. Tránsito mensual avenida Ilaló.....	43
Figura 13. Tránsito anual del 2018 en la Av. Ilaló.....	43
Figura 14. Tránsito diario avenida Intervalles	46
Figura 15. Tránsito semanal avenida Intervalles.....	46
Figura 16. Tránsito mensual avenida Intervalles	47
Figura 17. Tránsito anual (2018) avenida Intervalles	48
Figura 18. Afectación por daño del pavimento en cada tramo de la Av. Intervalles	52
Figura 19. Daño total de afectación en la Av. Intervalles	53
Figura 20. Tipos de daños presentes en la Av. Intervalles.....	54
Figura 21. Afectación por daño de pavimento en cada tramo de la Av. Ilaló.....	58
Figura 22. Daño total de afectación en la Av. Ilaló	59
Figura 23. Tipos de daños presentes en la Av. Ilaló	60
Figura 24. Encuestas en parroquias involucradas	62
Figura 25. Porcentaje de género en encuestas efímeras.....	63
Figura 26. Porcentaje de edad en encuestas efímeras	63
Figura 27. Porcentaje de aceptación en encuestas efímeras.....	64
Figura 28. Frecuencia en el uso de la ciclovía	64

Figura 29. Número de personas encuestadas de acuerdo al género	66
Figura 30. Rango de edad de las personas encuestada.....	66
Figura 31. Medios de transporte de uso común por las personas encuestadas	67
Figura 32. Aceptación de la ciclovía en las personas encuestadas	67
Figura 33. Uso de la ciclovía si estuviera en óptimas condiciones	68
Figura 34. Uso frecuente de acuerdo a las personas encuestadas	68
Figura 35. Propósitos a los que se orientan el uso de la ciclovía	69
Figura 36. Plano cartesiano de involucrados.....	77
Figura 37. Matriz de interés e influencia del proyecto.....	78
Figura 38. Plano cartesiano de la matriz de Vester	81
Figura 39. Árbol de problemas.....	83
Figura 40. Alternativa social y cultural.....	86
Figura 41. Alternativa técnica	88
Figura 42. Puntos turísticos visitados con mayor frecuencia en la zona de estudio	95
Figura 43. Alternativa 1 para ciclovía en la zona de estudio	96
Figura 44. Alternativa 2 para ciclovía en la zona de estudio	97
Figura 45. Mapa de pendientes de la zona de estudio.....	99
Figura 46. División de vías por tramos en la alternativa 1.....	101
Figura 47. Clasificación de la ciclovía recomendada en base a la velocidad de operación y el TPD.....	102
Figura 48. División de vías por tramos en la alternativa.....	121
Figura 49. Sección típica.....	132
Figura 50. Tipo de suelo y textura de la zona de estudio	156
Figura 51. Sección tipo de ciclovía segregada en la avenida Intervalles.	175
Figura 52. Flujo máximo de bicicletas Avenida Intervalles sentido sur-norte por hora	176
Figura 53. Flujo máximo de bicicletas Avenida Intervalles sentido norte-sur por hora	176
Figura 54. Sección tipo de ciclovía compartida en la Avenida Intervalles	177
Figura 55. Formación de cangahua en la zona del proyecto	187
Figura 56. Curva granulométrica para materiales de base	188
Figura 57. Diseño de la estructura del pavimento para el proyecto	191

Figura 58. Estructura de pavimento mezclado en caliente para ciclovía del proyecto	192
Figura 59. Sección con peralte hacia adentro.....	193
Figura 60. Sección con peralte hacia afuera.....	193
Figura 61. Ubicación estación meteorológica “M002 La Tola”	196
Figura 62. Intensidades máximas en 24 horas para varios periodos de retorno.....	197
Figura 63. Tipo de drenaje en función al tipo de suelo	198
Figura 64. Geometría cuneta triangular para el proyecto.....	202
Figura 65. Sección geométrica cuneta rectangular	205
Figura 66. Capacidad para un sumidero en un tramo en pendiente	208
Figura 67. Capacidad de un sumidero en puntos bajos	209
Figura 68. Rejilla tipo adoptada para el proyecto	209
Figura 69. Parámetros para el diseño de las alcantarillas de pozo	213
Figura 70. Pozo de entrada tipo para la ciclovía segregada Intervalles	216
Figura 71. Cálculo del tirante normal para tubería de 2 m, quebrada 3.	218
Figura 72. Tubería tipo para el proyecto	219
Figura 73. Cuencas hidrográficas dentro del proyecto.....	221
Figura 74. Ubicación tipo de tubería para el desfogue de la cuneta ubicada en la ciclovía segregada Parque de la Armenia	224
Figura 75. Altura de entrada de agua para distintos tipos de entrada	225
Figura 76. Sección tipo para la pared frontal de la protección de entrada y salida para alcantarillas.....	226
Figura 77. Espaciamiento entre tubos	226
Figura 78. Sección tipo del muro de alero y losa de fondo para protección de entrada y salida de alcantarillado	227
Figura 79. Esquema del dentellón y enrocado	228
Figura 80. Sección tipo de relleno para tuberías para el proyecto	232
Figura 81. Estabilidad de talud de corte ciclovía segregada Intervalles	234
Figura 82. Estabilidad de talud de relleno ciclovía segregada Parque de la Armenia	235
Figura 83. Dimensiones del adoquín seleccionado	236
Figura 84. Vista en planta acera ciclovía segregada Parque de la Armenia	237

Figura 85. Estructura para adoquinado de acera, ciclovía segregada Parque de la Armenia...	237
Figura 86. Dimensionamiento de bordillo	238
Figura 87. Barandilla tipo par el proyecto	239
Figura 88. Dimensionamiento de estacionamiento tipo para bicicletas	239
Figura 89. Recomendaciones de separación para estacionamientos de bicicletas	240
Figura 90. Instalación de señalética vertical	241
Figura 91. Orientación de la señalética vertical	242
Figura 92. Dimensionamiento de pictogramas principales para ciclovías	253
Figura 93. Intersección interna tipo para ciclovía segregada (I1)	261
Figura 94. Intersección ciclovía segregada Intervalles con ciclovía compartida (I2)	262
Figura 95. Intersección interna tipo para el proyecto en ciclovía compartida (I3)	263
Figura 96. Intersección tipo para enlazar ciclovía segregada con ciclovía compartida (I4)	264
Figura 97. Intersección tipo de enlace ciclovía compartida Intervalles con ciclovía compartida (I5)	265
Figura 98. Intersección tipo que enlaza la ciclovía de espaldón con ciclovía compartida (I6)	266
Figura 99. Intersección interna tipo para ciclovías de espaldón dentro del proyecto (I7)	267
Figura 100. Intersección tipo para enlazar ciclovía de espaldón con ciclovía segregada (I8) .	268
Figura 101. Intersección tipo que enlaza ciclovía de espaldón y ciclovías compartidas (I9) ..	269
Figura 102. Anclaje del poste de semáforo	275
Figura 103. Semáforo tipo poste acoplado al proyecto	275
Figura 104. Poste tipo báculo o ménsula acoplado para el proyecto	276
Figura 105. Semáforo para infraestructura ciclística	276
Figura 106. Poste tipo de alumbrado público existente en la zona del proyecto	281
Figura 107. Abrazadera tipo adaptada al proyecto.....	282
Figura 108. Poste de iluminación tipo adoptado para el proyecto.	283
Figura 109. Empotramiento tipo para poste de alumbrado público	284
Figura 110. Ruta hacia la Cantera Pifo	306

RESUMEN

El incremento de vehículos en el Valle de los Chillos dentro del DMQ y la limitada infraestructura ciclística como peatonal generan la necesidad de implementar nuevas alternativas de movilidad que sean viables técnica y económicamente. Debido a esto el presente proyecto propone un estudio de prefactibilidad para la implementación de una ciclovía en las parroquias: Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced enfocado en un diagnóstico de la zona de estudio. Se establece puntos turísticos, calidad de las vías, tráfico vehicular y población (141.495 hab.); dando paso a un análisis de involucrados que permite conocer la problemática y requerimientos con respecto al proyecto mediante encuestas y entrevistas. Se plantea como solución una alternativa técnica factible en un 90,51%, que consiste en un sistema de ciclovías de 22,25 km compuesto por 10,28 km de ciclovía compartida, 3,32 km segregada y 8,66 km de espaldón; constituido por un diseño vial horizontal y vertical, diseño hidráulico longitudinal y transversal, obras complementarias y señalética. Finalmente se realiza un análisis financiero considerando rubros y cantidades de obra que se deben ejecutar para el proyecto, análisis de precios unitarios, presupuesto, matriz de inversión y análisis de sensibilidad; donde, con una inversión inicial \$ 2.765.136,94 se tiene una VAN mayor a cero y un TIR mayor a la tasa de interés pública del 12%, lo que concluye al proyecto como factible económicamente con un 90% de la población de acuerdo con su implementación.

Palabras clave:

- **CICLORUTA**
- **BICICLETA**
- **CICLISMO**
- **INTERVALLES**
- **VALLE DE LOS CHILLOS**

ABSTRACT

The increase of vehicles in Los Chillos Valley within the DMQ and the limited cyclist and pedestrian infrastructure generate the need to implement new mobility alternatives that are technically and economically feasible. Due to this the present project proposes a pre-feasibility study for the implementation of a bike path in the parishes: Guangopolo, Conocoto, Alangasí and La Merced focused on a diagnosis of the studied area. It establishes tourist spots, road quality, vehicular traffic and population (141,495 inhabit); and gives a start point for an involved analysis that will provides information about requirements and problems through some interviews and questionnaires. A 90.51% feasible technical alternative is proposed as a solution, consisting of a cycle system of 22.25 km composed of 10.28 km of shared cycle route, 3.32 km of exclusive route and 8.66 km of heel. It includes a horizontal and vertical design, longitudinal and transversal hydraulic design, complementary facilities and signage. Finally, a financial analysis is carried out considering items and work quantities that must be executed for the project, unit price analysis, budget, and investment matrix and sensitivity analysis. With an initial investment of \$ 2,765,136.94, there is a VAN greater than zero and a TIR higher than the public interest rate of 12%. With these facts, the conclusion is that the project is economically feasible with 90% of the population in agreement for its implementation.

Key Words:

- **CYCLING ROUTE**
- **BYCICLE**
- **CYCLING**
- **INTERVALLES**
- **VALLE DE LOS CHILLOS**

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

A partir de 1976 en que Bogotá destinó calles para el uso de la bicicleta de manera recreativa, la recuperación de espacios públicos ha aumentado en otras ciudades alrededor de Latinoamérica. En noviembre del 2005 se formó la Red de ciclovías recreativas de las Américas (CRA) organización que promueve programas de ciclovías recreativas (Stierling, 2009). Ecuador impulsó el uso de la bicicleta a través del primer ciclopaseo creado por la Fundación Biciacción que tuvo lugar en la ciudad de Quito en abril del 2003, pasando a formar parte del CRA en el año 2005 (Pinto Alvaro, Fuentes , & Alcivar, 2015). A partir del Plan Maestro de Movilidad 2009 la capital del Ecuador considera a la bicicleta como un medio de transporte sostenible y en el año 2012 con el fin de promover el uso de un transporte no motorizado; así como, reconocer al peatón y ciclista como medios prioritarios, se establece el primer sistema de bicicleta pública BiciQ. (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

De acuerdo con Rodríguez Porcel, y otros (2017) en América Latina ha incrementado el interés en promover como medio de transporte el uso continuo de la bicicleta en sectores urbanos; debido a que mejora la calidad de vida, reduce la carga vehicular, acorta el tiempo de trayecto, fomenta la socialización entre ciudadanos y disminuye la contaminación ambiental y auditiva. En consecuencia, las autoridades locales han adecuado infraestructura e incentivado el uso de la bicicleta.

Debido a que en América Latina existe una creciente demanda por intentar mejorar la calidad de vida de las personas y a la vez reducir el impacto ambiental que generan los medios de transporte motorizados, países como Ecuador proponen realizar proyectos a través de sus gobiernos provinciales, incentivando el uso de ciclovías como un transporte no contaminante.

Considerando el transporte y el uso inadecuado de espacios públicos como un problema de movilidad; así como la excesiva contaminación del aire en Quito, Biciacción (Corporación que

vincula para sus fines la gestión del medio ambiente con los problemas sociales) plantea el uso constante de la bicicleta a través de una planificación estratégica en Quito, en la que se respalda por parte del Municipio la construcción de ciclovías dentro de la ciudad como un medio para el transporte, turismo, recreación y descontaminación del aire (Velasco Arévalo, 2005); con fin de evidenciar el interés del Distrito Metropolitano de Quito por impulsar la implementación de ciclovías como solución a la problemática de movilidad, en la Tabla 1 se muestra una cronología de su desarrollo en la ciudad. Según EPMMOP (2017) Quito cuenta con 3 redes de ciclovía cuya extensión total es de 109,61 kilómetros, donde 59,44 kilómetros pertenecen al sector norte de la ciudad, 38,11 kilómetros localizados en la parte centro-sur y una extensión de 12,06 kilómetros hacia Cumbayá.

Tabla 1.
Cronología de ciclovías en Quito.

Año	Ciclovía	Lugar
1996	Primera ciclovía urbana	Parque Metropolitano (7,22 km)
2004	Primera ciclovía de tipo utilitario realizado por la Cooperativa Solidaria y las Ligas Barriales (financiamiento privado)	Sur de la ciudad
2004-2006	Ciclovía recreativa	Itchimbia, Parque Santa Clara, Parque Amazonas
2005	Ciclovía suburbana	Chaquiñán (26,7 km)
2006-2008	Eje troncal longitudinal urbano norte, con dos ciclopuentes	11 km
2009	Ciclovía inter universidades	Universidad Católica, Politécnica Nacional y Universidad Central

Continúa →

2012	Ampliación de la ciclovía suburbana	Chaquiñán, nuevo tramo entre Pumbo y Checa (20 km)
2012-2013	Ciclovía inter estaciones de la bicicleta pública BiciQ, con 25 estaciones y 425 bicicletas	Centro norte de la ciudad (26,63 km)

Fuente: (Oleas Mogollón & Albornoz Barriga, 2015)

Se ha evidenciado una cantidad significativa de ciclistas en el Valle de Los Chillos que recorren las principales avenidas como son la Intervalles e Ilaló, esto se justifica a través de inspecciones visuales en la zona y por la existencia de grupos de ciclistas como “Pedaleadas Nocturnas Los Chillos” con 40 integrantes entre hombres y mujeres, que recorren el sector en forma nocturna debido al tráfico y a la ausencia de espacios seguros para el transporte en bicicletas, Figura 1.



Figura 1. Ciclismo nocturno en el Valle de Los Chillos

Fuente: (Paguay, 2015)

Con la información mencionada anteriormente se aprecia que en Quito existen grupos sociales de ciclistas incentivando la construcción de ciclovías y mejorando las condiciones de movilidad de manera constante. Además, se puede apreciar particularmente en la zona del Valle de Los Chillos que existe un incremento de ciclistas que hacen uso de las principales vías, pero de forma nocturna a causa del riesgo de accidentes e inseguridad en el día. Por esta razón el presente proyecto pretende establecer el estudio de prefactibilidad de una ciclovía en el Valle de Los Chillos del Distrito Metropolitano de Quito, motivando así la implementación de una cicloruta que permita

el transporte sostenible en este sector, contribuyendo de este modo al buen vivir de las personas en las comunidades involucradas y sus aledaños; además de satisfacer la demanda de usuarios que transitan por la zona.

1.2. Planteamiento del problema

Las parroquias de Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced, se encuentran ubicadas en el Valle de Los Chillos del Distrito Metropolitano de Quito. Las vías principales que conectan a estos sectores son la Av. Intervalles e Ilaló que carecen de señalética e infraestructura vial ciclista, lo que produce desmotivación, limita las actividades recreativas y aumenta el riesgo de accidentes (Figura 2); además existe una alta carga vehicular en el día debido al incremento considerable en el uso de automotores perjudicando así a la infraestructura vial, generado malestar en los moradores y limitando la circulación peatonal como ciclista. Las vías además de presentar deterioro cuentan con limitados tramos de veredas, bordillos y pasos peatonales haciendo que el uso del autobús (servicio que no satisface la demanda en horas pico) sea indispensable como medio de transporte en tramos cortos.



Figura 2. Ciclistas particulares y profesionales haciendo uso compartido de la calzada en la Av. Intervalles e Ilaló

1.3. Justificación

La presente investigación plantea el estudio de prefactibilidad de una ciclovía en el Valle de los Chillos que beneficie de forma directa a las parroquias de Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced con el fin de dar una solución al tráfico vehicular presente en el sector principalmente en horas del día. La implementación del proyecto tendrá influencia positiva en el desarrollo sustentable del sector mejorando los aspectos recreacionales y funcionales. El ciclismo es una opción de transporte no contaminante que mejora la calidad de vida a través de un espacio público con infraestructura óptima y segura para la circulación; sin embargo, el sector carece de una ciclovía, infraestructura que aportaría en el mejoramiento del sistema de movilización.

El Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025 (PMDOT) contiene el plan de organización territorial y movilidad dentro del Distrito Metropolitano de Quito, entre sus políticas rectoras están: “incrementar viajes a pie y bicicleta, intermodalidad” y “planificar el sistema vial para reducir la dependencia de vehículos privados, asignando facilidades para movilidad peatonal y bicicleta” (Alcaldía Metropolitana de Quito, 2015). Además según el Consejo Metropolitano de Quito (2017) la ordenanza metropolitana 0194 aprobada en diciembre del 2017 tiene por objetivo motivar la caminata y el uso de la bicicleta como medios de transporte sostenible, garantizando que el desplazamiento sea seguro y con infraestructura de calidad.

El incremento anual del parque automotor en la ciudad de Quito oscila entre el 5% y 10% correspondiente a un promedio de 30.000 vehículos. La tendencia permite estimar que para el año 2030 se tendrá aproximadamente 1.150.000 vehículos, cuyo incremento se verá en una situación incontrolable para gestionar la movilidad (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014). El número de viajes proyectados en el 2014 se muestra en la Tabla 2 donde se observa que el uso de la bicicleta es mínimo respecto al número de viajes en vehículos motorizado.

Tabla 2.
Número de viajes proyectados al 2014

Motorizado	Transporte público (incluye transporte escolar e institucional)	2.800.00	61.3%
	Transporte privado (incluye servicio de taxi)	1.050.000	23%
No motorizado	Peatonal	700.000	15.3%
	Bicicleta	15.000	0.3%
		4.565.000	100.0%

Fuente: (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014)

Conforme al Consejo Metropolitano de Quito (2017) en el año 2017 se ha registrado los siguientes accidentes ocurridos a ciclistas: 58 atropellos, 45 heridos y 3 fallecidos (Tabla 3), sin embargo se considera que estos valores no evidencian la realidad debido a que muchos de los incidentes no son denunciados; es así que, bajo estos parámetros se observa el incremento de accidentes ciclísticos en las vías; así como, la necesidad de tener lugares exclusivos y seguros para la circulación de ciclistas y peatones. En la Tabla 3 se muestra un cuadro resumen de los accidentes ocurridos a ciclistas desde el año 2015 al 2017.

Tabla 3.
Cuadro comparativo de accidentes ocurridos a ciclistas registrados por la AMT

	Atropellos			Fallecidos			Heridos		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Enero-Julio	39	55	58	1	1	1	35	31	45
Julio-Diciembre	70	64	-	1	3	3	67	52	-
Total	109	119	58	2	4	4	102	83	45

Fuente: (Consejo Metropolitano de Quito, 2017)

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales de Alangasí, La Merced y Guangopolo de acuerdo al Art. 285 del COOTAD (Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y Descentralización) conformaron la Mancomunidad Ilaló el 9 de agosto del 2013 que hasta 2016 tuvo la incorporación de las parroquias Amaguaña, Pintag y Conocoto con el fin de solventar los problemas presentes en las diferentes parroquias, se plantearon entre sus principales objetivos el plan de movilidad rural inteligente y el plan de turismo sostenible. En la Tabla 4 se indica las problemáticas con sus respectivas alternativas que se relacionan con el presente proyecto en las que se observa la necesidad por parte de la mancomunidad de complementar su sistema vial con la implementación de ciclovías; es así que, el estudio de prefactibilidad de la ciclovía se propone como una solución a esta problemática.

Tabla 4.
Problemáticas y alternativas de la Mancomunidad Ilaló

Proyecto de movilidad rural inteligente		
Eje	Problemáticas	Alternativas
Anillo vial: Avenida Ilaló, Intervalles, Tumbaco.	En Guangopolo es necesario trabajar en el mejoramiento de las vías. La vía Nacional – El Tingo no cuenta con veredas para peatones ni bicicletas, hubo muertos en las vías.	Construcción de espacios para peatones o bicicletas.
Ciclismo y peatones	No hay veredas en las vías para ciclistas y peatones, se pone en riesgo la vida.	Construcción de espacios para peatones o bicicletas.

Continúa →

Plan de turismo sostenible

	No existe ciclovías en la avenida principal, en las avenidas secundarias a las parroquias.	Incentivar un turismo de aventura en un entorno rural.
	No se cuenta con un sistema vial alternativo al Ilaló (Ciclovías, senderos, etc.).	Analizar mediante un estudio de factibilidad la construcción de senderos y vías ecológicas.
Infraestructura turística	Vías de acceso principal que conectan a las parroquias en mal estado (no se cuenta con veredas, bordillos, pasos peatonales).	Realizar un estudio de factibilidad para la construcción de aceras, pasos peatonales, bordillos y ciclovías.
	El sistema de transporte público es deficiente en cantidad y calidad.	Fomentar un transporte alternativo para el sector como por ejemplo: bici rural pública, moto pública, etc.

De acuerdo al Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) (2018) existe el proyecto “Cambio de tuberías de agua potable de AC a PVC en la Av. Ilaló, parroquia Alangasí” adjudicado el 5 de diciembre del 2017 con un plazo de 120 días, lo que indica que algunos daños de la infraestructura vial se deben a los trabajos de agua potable y alcantarillado en los últimos años que se pueden apreciar a medida que se transita por la Av. Ilaló, Figura 3.



Figura 3. Deterioro de la Av. Ilaló por trabajos de alcantarillado
Fuente: (Pallero, 2017)

El proyecto presentará una forma óptima de desarrollo urbano al llevar a cabo el diseño de una ciclovía; además permitirá conocer con mayor amplitud el sistema de movilidad del sector, determinando así los beneficios que se obtendrán con la implementación de la misma como una opción para el descongestionamiento vehicular; el estudio podrá ser utilizado como referencia en proyectos similares.

Existen grupos de ciclistas en el Valle de los Chillos, así como turistas y moradores que utilizan la Av. Intervalles e Ilaló como principales rutas para acceder a los diferentes puntos turísticos en la zona, el estudio técnico de una ciclovía permitirá que los pobladores cuenten con una solución que beneficie el uso continuo de la bicicleta como medio de transporte, incrementando la circulación de vehículos no motorizados.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Proponer la viabilidad técnica y financiera de la ciclovía entre las parroquias: Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced a través de un estudio de prefactibilidad para plantear una solución que incremente la circulación de vehículos no motorizados.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis estadístico para identificar a los involucrados y sus requerimientos respecto a la ciclovía en el área de estudio.
- Elaborar un análisis topográfico en la zona de estudio y plantear la ruta de ciclovía que beneficie a las parroquias involucradas.
- Diseñar, presupuestar y evaluar la prefactibilidad de la ruta de ciclovía adoptada.

1.5. Ubicación del proyecto

El área de estudio para el presente proyecto se encuentra ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito en la Administración Zonal Valle de Los Chillos en las parroquias: Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced (Figura 4). Como vía principal de acceso entre Guangopolo y San Pedro del Tingo está la Av. Intervalles con una longitud de 4,5 kilómetros y entre San Pedro del Tingo y La Merced se encuentra la Av. Ilaló con una longitud de 9,6 kilómetros.

UBICACIÓN PROYECTO DE CICLOVÍA EN LAS PARROQUIAS: ALANGASÍ, LA MERCED, GUANGOPOLO Y CONOCOTO

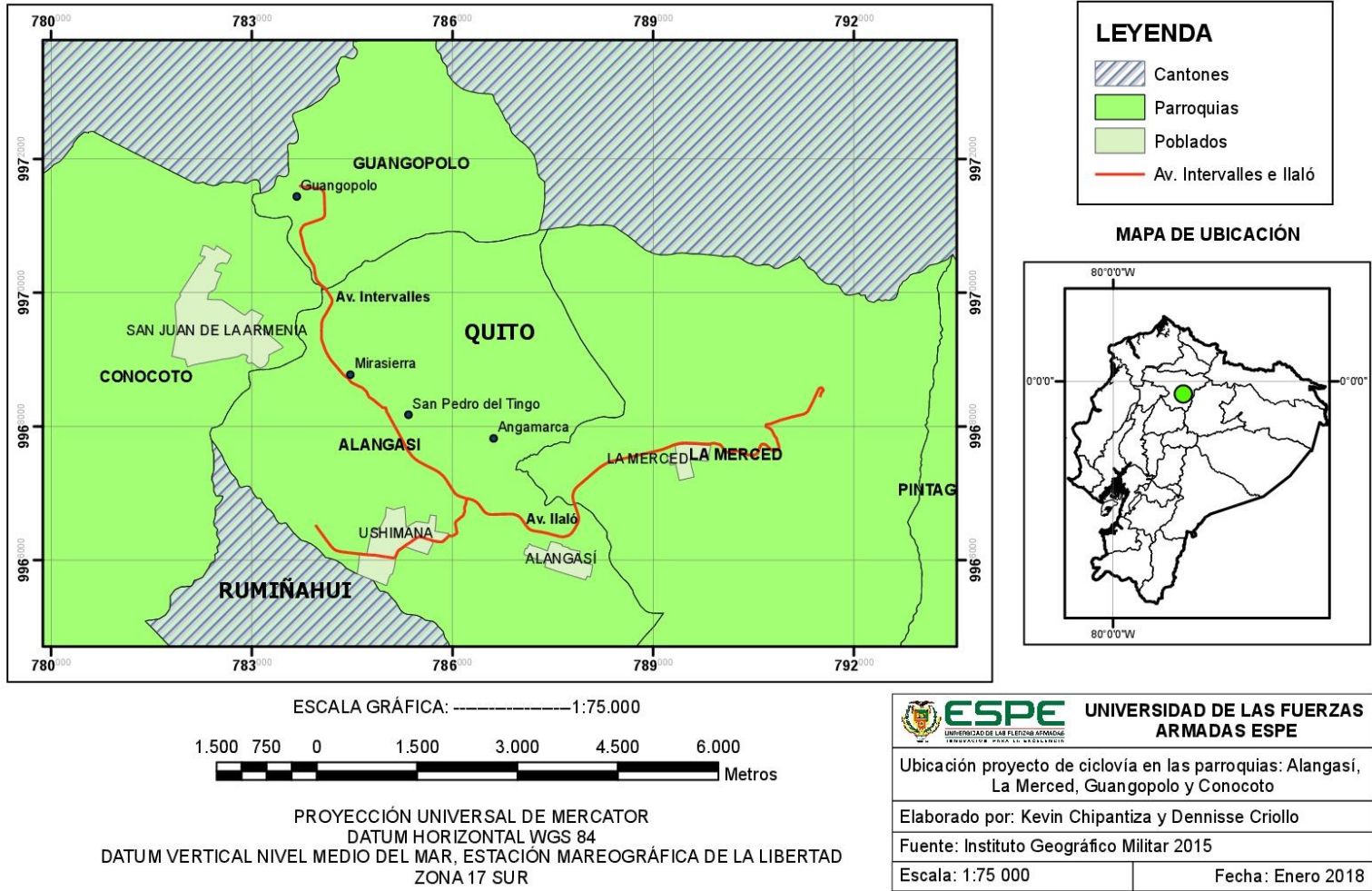


Figura 4. Mapa de ubicación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Prefactibilidad para un proyecto en el sector del transporte

Se lo conoce también como la identificación inicial de solución. Permite la identificación y desarrollo económico, comportamiento de sistemas existentes de transporte y redes, así como, proyecciones de demanda. Además, se basa en evaluar previamente lo correspondiente a tráfico y economía; generalidades ambientales y evaluación de ingeniería; costos preliminares, que ayudaran a la identificación de soluciones de transporte que puedan parecer factibles. El estudio de prefactibilidad normalmente identificará que tipo de proyecto podría ser conveniente y revisar si el proyecto proporciona la información necesaria para encargar el estudio de factibilidad (Corea y Asociados S.A (CORASCO), 2008).

2.2. Definición de ciclo vía

Según el Consejo Metropolitano de Quito (2011) el objetivo de las ciclo vías se centra en la circulación de bicicletas uniando principalmente áreas pobladas o estaciones de transferencia de transporte colectivo. Además, pueden ser implementadas para recreación o integración paisajística. Se pueden representar como exclusivas (vías ciclísticas), combinadas con la circulación vehicular (faja ciclística), combinada con la circulación peatonal (acera-bici). Formando parte de espacios complementarios (zonas verdes, áreas de uso institucional) si la ciclo vía se encuentra dentro de las vías del sistema vial local. Contando con las siguientes especificaciones:

- Contar con mecanismos de control para la circulación como son: señalización, semaforización, plataformas a nivel, etc. En el caso de que exista una intersección con vías vehiculares o peatonales.
- Si se implementa una acera o sendero peatonal junto con la ciclo vía, estos se dividirán a través de: señalización horizontal, textura o color diferente de piso, bordillos, etc.

2.3. Beneficios de una ciclovía

Según el Ministerio del Transporte y Obras Públicas (2014) se está impulsando el transporte no motorizado al realizar obras de ciclovía que cumplen con los parámetros técnicos, sociales, ambientales y de seguridad respectivos, cuyos beneficios de la movilidad en bicicleta son:

- Tránsito rápido y flexible. - En distancias menores a 10 km el uso de la bicicleta es más eficiente que un automóvil.
- Divierte. - Hacer uso de la bicicleta en una ciclovía, es una interacción estimulante.
- No contamina. - No se usa combustibles fósiles que a su vez contaminen el ambiente.
- Cuida la salud. - Hacer deporte mejorando la salud a través del uso de la bicicleta.
- Fortalece el turismo. - Permite el acceso a sitios de gran afluencia turística.

2.4. Tipos de ciclovía de acuerdo a la zona de estudio

De acuerdo al Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C., (1999) existen cuatro tipos de ciclorutas, como son: ciclorutas en sitio propio o en andén, cicloruta en vía compartida, bulevar para bicicletas y vías compartidas. Considerando para el presente proyecto las siguientes:

2.4.1. Cicloruta en sitio propio o en andén (vía ciclística)

Son vías exclusivas provistas por elementos laterales (espacio abierto o parterre) que los separa del tráfico vehicular motorizado, Figura 5. Dichas vías son usadas por peatones, corredores, patinadores y ciclistas. Son adecuadas en corredores con pocas intersecciones, para facilitar el tránsito entre orígenes y destinos urbanos, a lo largo de elementos de recreación para la comunidad.



Figura 5. Señalización de ciclovía propia con espacio de seguridad

Fuente: (National Association of City Transportation Officials (NACTO), 2011)

2.4.2. Cicloruta en vía compartida (faja ciclística)

Corresponde a una parte de la calzada utilizado para uso exclusivo (segregada) o preferencial (espaldón) de los ciclistas. Son ocupadas en la mayoría de vías arteriales y calles colectoras, Figura 6. Al tener un espacio reducido e impedirse el diseño de una cicloruta en sitio propio, se puede considerar el estudio de una cicloruta exclusiva dentro de la calzada, contando con demarcaciones que resalten en la vía para uso preferencial de los ciclistas.

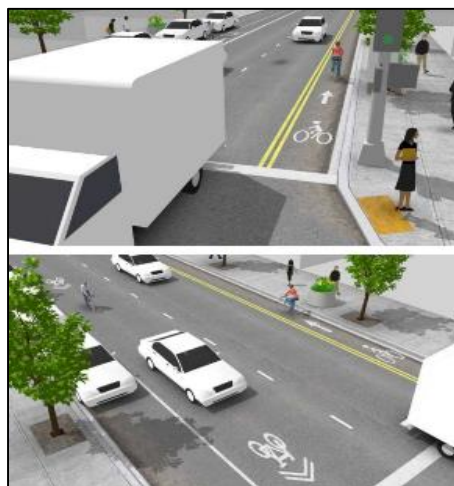


Figura 6. Señalización carril compartido

Fuente: (National Association of City Transportation Officials (NACTO), 2011)

Son implementadas a través de:

- Reducción de carriles
- Eliminación de un carril.
- Eliminación de estacionamientos laterales, excepto donde resulte esencial para el uso del suelo adyacente.
- Ampliación de bordillos.

Además, las ciclorutas pueden ser creadas acorde a un proyecto, como lo es la reconstrucción o construcción de calles o carreteras, repavimentación.

2.4.3. Vías compartidas

Corresponde a una calle compartida en un mismo espacio por ciclistas y conductores. El conductor de un vehículo se verá en la necesidad de invadir el carril adyacente para rebasar a un ciclista, excepto si el carril del ciclista posea un sobreebancho, Figura 7. Se clasifica a las vías compartidas en dos como son: carril con sobreebancho y carril con ancho normal. Se deberá utilizar sobreebancho cuando exista una alta carga vehicular y velocidades altas donde sea aceptable una ciclovía, pero tenga restricciones físicas, de modo que permita a un vehículo rebasar al ciclista sin necesidad de invadir el carril adyacente. En calles locales con bajos volúmenes y velocidades, no es necesario el uso de sobreebancho.




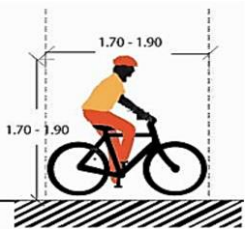

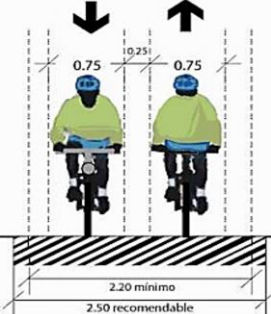
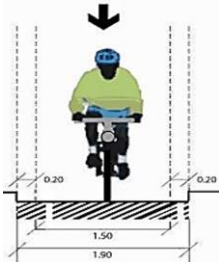
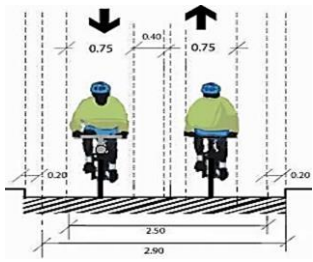
Figura 7. Señalización para carril compartido

Fuente: (National Association of City Transportation Officials (NACTO), 2011)

2.5. Dimensionamiento de la infraestructura ciclista

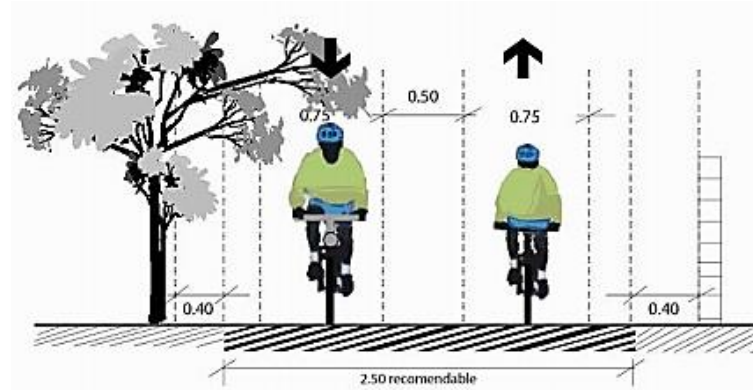
Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN (2013) se establecen las dimensiones optimas que debe tener una ciclovía en conjunto con el ciclista de tal forma que exista comodidad y seguridad al momento de circular, además en colaboración con el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz Udala (2010) se exponen esquemas en los que se da a conocer con mayor detalle estas dimensiones, Tabla 5.

Tabla 5.
Dimensionamiento de la infraestructura ciclista

	Vista Frontal	Perfil
Bicicleta - ciclista		
	Una vía	Doble vía
Vía de circulación (ciclovía)		
	Espacio de resguardo	
	Una vía	Doble vía
Ciclovía separada con bordillos mayores a 5 cm de alto		

Continúa →

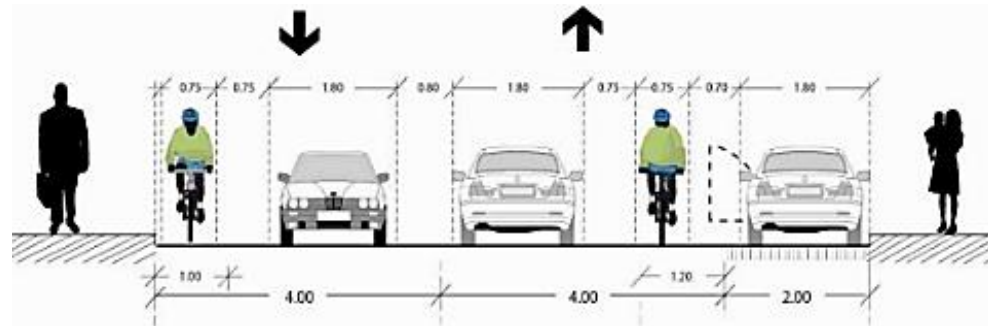
Ciclovía con obstáculos continuos o discontinuos



Carril menor a 3m el ciclista puede usar el carril completo

Carril mayor a 3 m el ciclista debe ocupar el extremo derecho de la vía

Vía compartida



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, 2013)

2.6. Diseño de ciclovía

Mediante se realiza el diseño de la ciclovía del presente proyecto se detalla los parámetros utilizados en el mismo, basados para el diseño y señalética en el Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 004 “Señalización vial. Parte 6. Ciclovías”, Ordenanza Metropolitana de Quito 172 “Anexo Único Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo”, la norma peruana-colombiana “Manual de diseño para infraestructura de ciclovías”, Guía para el desarrollo de facilidades para la bicicleta (AASHTO 1999); así como, la Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica (2015). Para el diseño del pavimento se toma en cuenta principalmente la metodología expuesta por la AASHTO-93 “Diseño de pavimentos” y el Experimento Vial de la AASHTO de la Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Tecnología de la Construcción.

2.7. Estudio de tráfico

Según la Universidad Católica Andrés Bello (2007) un estudio de tráfico nos permite obtener un sistema de información de tráfico, para esto se requiere una medición del flujo vehicular que conforme al Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013) genera información fundamental para los estudios de gestión, administración y financiamiento en un proyecto de transporte. En función al objetivo al que se destina el proyecto se tiene distintas formas de medida y niveles de precisión.

2.7.1. Contabilización manual

Basado en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2013) la contabilización manual consiste en registrar por uno o más medidores (personas que contabilizan los vehículos) el total de vehículos que se movilizan por una vía o una sección de vía. Se caracteriza por realizarse en periodos cortos de 15 minutos diferenciando el tipo de vehículo y sentido de circulación, para efecto de mediciones utilizadas en relaciones de flujo velocidad el intervalo es igual o menor a 5 minutos.

2.7.2. Volumen de tránsito

Conforme a Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales (2007) es el número de vehículos que circulan por un punto o un tramo seleccionado de vía en un periodo determinado. Se representa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Donde,

Q = vehículos que circulan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N = número total de vehículos que circulan (vehículos)

T = periodo determinado (unidades de tiempo)

2.7.3. Volumen de tránsito absoluto

Según Cal, Reyes Spíndola, y Cárdenas Grisales (2007) es el número total de vehículos que circulan durante un lapso de tiempo determinado, en base a esta duración del lapso se clasifican de acuerdo a la Tabla 6.

Tabla 6.

Volumen de tránsito absoluto

Tipo de tránsito	Tiempo (T)	Tipo de tránsito	Tiempo (T)
Tránsito anual (TA)	1 año	Tránsito semanal (TS)	1 semana
Tránsito mensual (TM)	1 mes	Tránsito diario (TD)	1 día

Fuente: (Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2007)

2.7.4. Volumen de tránsito promedio diarios

De acuerdo con Cal, Reyes Spíndola, y Cárdenas Grisales (2007) es el número total de vehículos que pasan durante un periodo determinado dividido para el número de días que tenga el periodo, se considera que el periodo debe ser en días completos igual o menor que un año y mayor que un día. Este resultado se expresa en (veh/día). Según lo mencionado se clasifican de acuerdo a la Tabla 7.

Tabla 7.
Tipos de volumen de tránsito promedio diarios

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)	TS = tránsito semanal	$TPDS = \frac{TS}{7}$
Tránsito promedio diario mensual (TPDM)	TM = tránsito mensual	$TPDM = \frac{TM}{28, 30 \text{ O } 31}$
Tránsito promedio diario anual (TPDA): utilizado como causa para el deterioro del pavimento	TA = tránsito anual	$TPDA = \frac{TA}{365}$

Fuente: (Cal, Reyes Spíndola, & Cárdenas Grisales, 2007)

2.7.5. Tránsito futuro

Morales Sosa (2006) expresa que el tránsito futuro es el tránsito para el año en que la obra será proyectada. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$TF = TA(1 + I)^N \quad (2)$$

Donde,

TF = Tránsito futuro

TA = Transito actual o en año de estudio

i = Tasa de crecimiento anual de tránsito

N = Cantidad de años a que se va a proyectar.

2.8. Tipos de daños en pavimentos flexibles

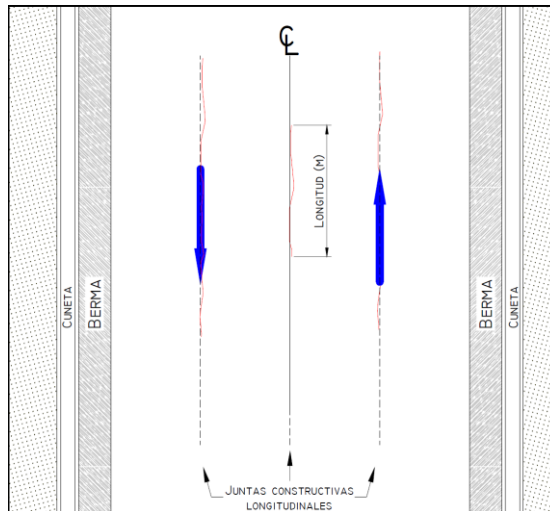
De acuerdo al Convenio Interadministrativo (2006) se puede obtener información del estado de la vía a través de una caracterización de los daños encontrados en la estructura del pavimento flexible mediante una inspección visual que permite identificar el tipo, magnitud y severidad de los mismos, así como su localización; además de definir los sectores más afectados de las vía. Los daños en pavimento flexible se clasifican en: fisuras, deformaciones, pérdida de las capas estructurales o daños superficiales, y sus características se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8.
Tipos de daño en pavimentos flexibles

Fisuras			
Tipo	Representación / Esquema	Características	Evolución
Fisura longitudinal (m)		<p>Discontinuidad en la misma dirección o transversal a la circulación del tránsito.</p> <p>Se relaciona a problemas de fatiga total o parcial en la estructura del pavimento.</p>	<p>Piel de cocodrilo, desintegración, descascaramiento, asentamiento (por ingreso de agua), fisura en bloque.</p>
Fisura transversal (m)		<p>Generado a causa de espesor insuficiente de la capa de rodadura.</p>	

Continúa →

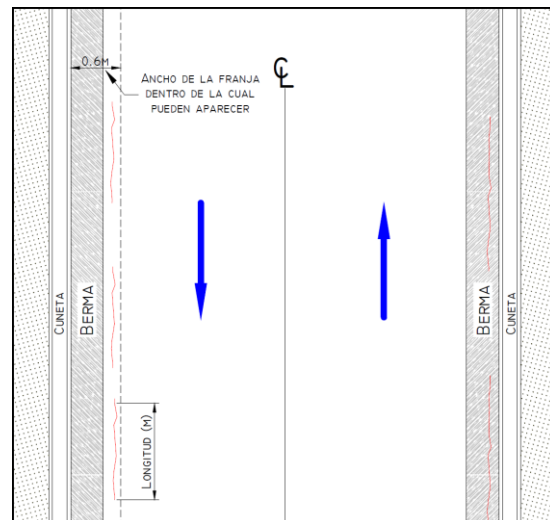
Fisura en junta
de
construcción
(m)



Fisuras longitudinales o transversales formadas por mala ejecución de juntas de construcción localizada en la unión entre dos etapas de colocación de pavimento asfáltico.

Pérdida de agregado, descascaramiento, asentamiento longitudinal o transversal, piel de cocodrilo, despostillamiento.

Fisura de
borde (m)

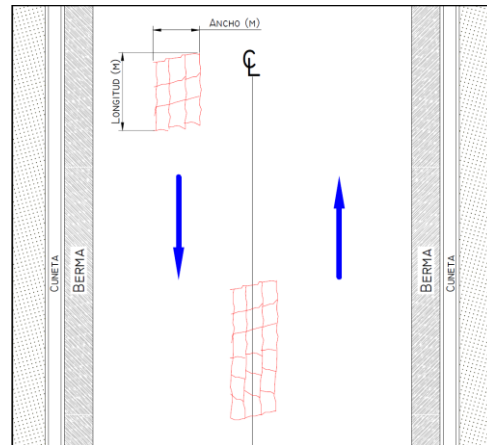


Se localizan al borde de la vía debido a la ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre berma y calzada. Localizada generalmente dentro de una franja paralela a 0,6 m de la calzada.

Desprendimiento del borde o descascaramiento.

Continúa →

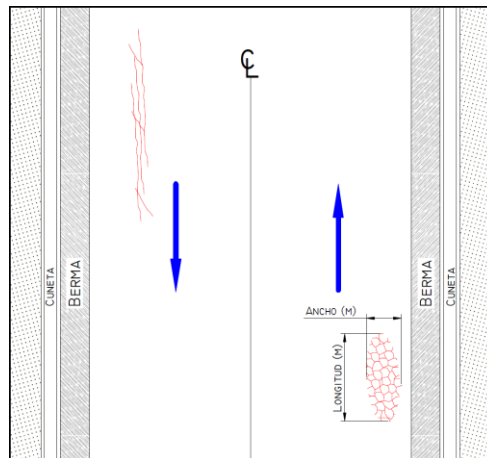
Fisuras en
bloque (m^2)



La superficie del asfalto se divide en bloques rectangulares generalmente en zonas que no están sometidas a cargas. Su origen se debe a ciclos de esfuerzo-deformación a causa de la variación de temperatura durante el día.

Piel de cocodrilo,
descascaramiento.

Piel de
cocodrilo (m^2)

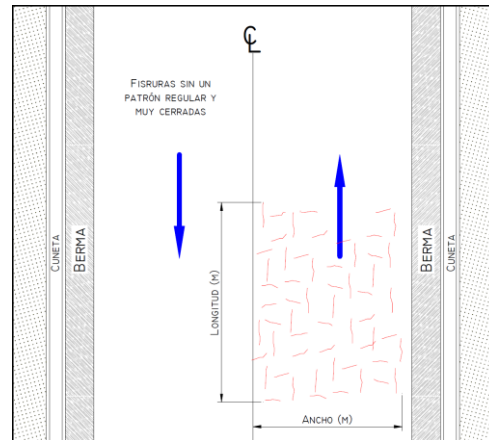


Fisuras interconectadas en zonas sometidas a cargas repetitivas, originadas en el fondo de la carpeta asfáltica donde son afectadas por esfuerzos de tracción debido a las cargas.

Deformaciones,
descascaramiento,
baches.

Continúa →

Fisuración
incipiente (m^2)

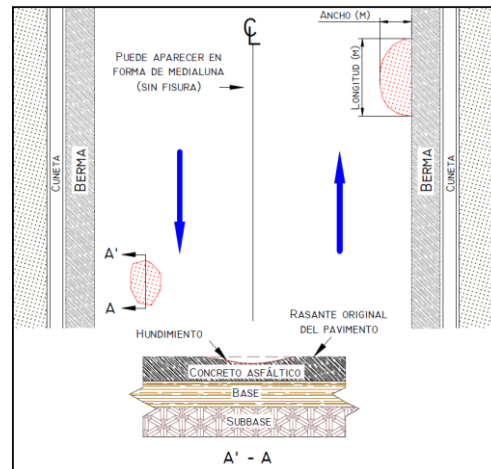


Fisuras contiguas y cerradas que generalmente no se interceptan.

Piel de cocodrilo de pequeños bloques, pérdida de agregados, fisuras en bloque.

Deformaciones

Hundimiento
(m^2)

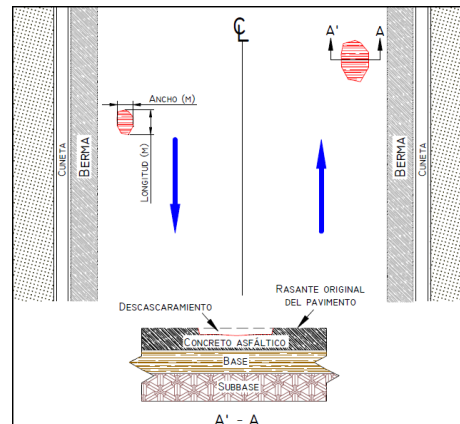


Son depresiones en el pavimento respecto al nivel de rasante y pueden ser longitudinales, transversales o en medialuna. Se deben al asentamiento de la subrasante, deficiencia en compactación, drenaje, rigidez de materiales o tránsito pesado.

Fisuración, desprendimiento, movimientos en masa.

Pérdida de las capas de la estructura

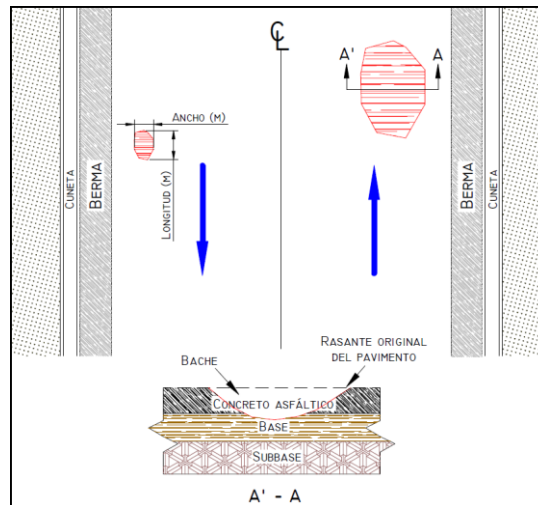
Descascaramiento (m²)



Consiste en un desprendimiento de la capa asfáltica superficial sin afectar a la capa asfáltica subyacente.

Piel de cocodrilo, bache.

Baches (m²)

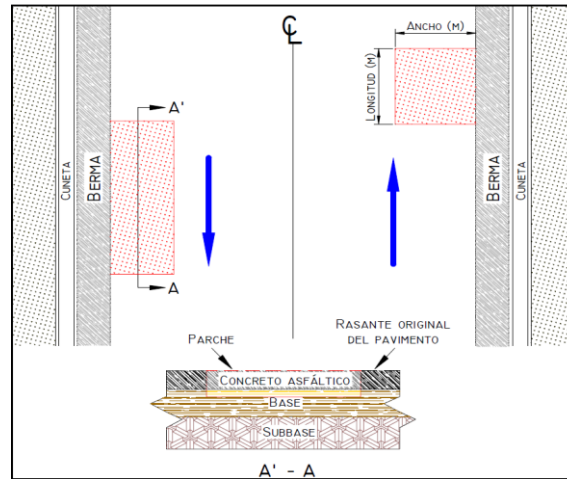


Desintegración total de la carpeta asfáltica aumentando su área de afectación debido a la exposición de material granular y por la acumulación de agua en zonas fisuradas.

Destrucción de la estructura.

Continúa →

Parque (m²)

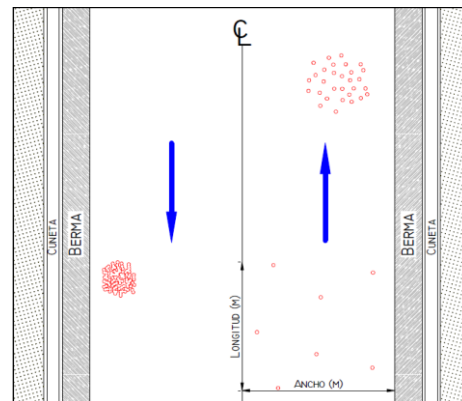


Áreas donde el material de origen ha sido removido y reemplazado por un material similar o diferente, con el objetivo de reparar la vía o realizar la instalación o reparación de alguna red de servicio.

Probable existencia una aceleración del deterioro general del pavimento.

Daños superficiales

Pérdida de agregado (m²)

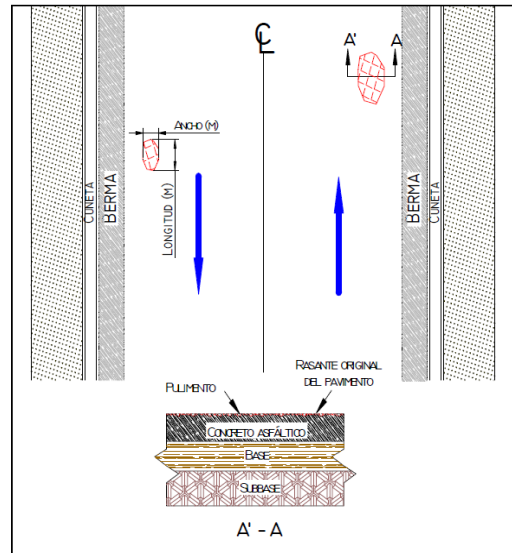


Resulta de una disgregación superficial de la capa asfáltica que pierde gradualmente agregados, cambiando la superficie a rugosa y exponiendo el material a la acción de tránsito y agentes climáticos.

Descascaramiento, aumento de la permeabilidad de la estructura, exudación.

Continúa →

Pulimiento del
agregado (m^2)



Se observa la presencia de agregados con sus caras planas en la superficie o debido a la ausencia de agregados granulares, lo que afecta la resistencia al deslizamiento.

Fuente: (Convenio Interadministrativo, 2006)

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1. Condiciones del ciclismo

En el valle de los Chillos la actividad del ciclismo ha incrementado debido a la necesidad de las personas en hacer uso de la bicicleta como medio de transporte, recreación y deporte; esto se puede evidenciar con el aumento de grupos ciclísticos que recorren el sector a través de convocatorias por redes sociales o anuncios en los que detallan las rutas a recorrer y esto a la vez incentiva a la población a formar parte de la comunidad ciclística. Los grupos ciclísticos realizan sus recorridos por rutas y horarios en los que exista baja carga vehicular debido a que no existe infraestructura preferencial y segura para la actividad del ciclismo lo que ha provocado que algunas personas realicen esta actividad netamente en parques con pistas internas como lo son El Tingo y La Moya. Con el objetivo de fomentar el ciclismo como deporte hacia todas las personas de Quito y Valle de Los Chillos se han conformado varios grupos de ciclistas y promotores en la zona, entre ellos:

- Hitomaniacos
- Pedalea por los Chillos
- Ciclistas Valle de Los Chillos
- Quito en bicicleta por siempre
- Ecuador Ama la Bici
- Por el cambio Únete Ecuador en Bicicleta
- Solo Pedal 2.0
- AAABikers

Las principales vías que recorren estos grupos dentro del área de estudio para el presente proyecto están la Av. Intervalles e Ilaló que unen puntos importantes como: Guangopolo, parque central de El Tingo, Mirasierra, cerro del Ilaló, termas La Merced, balneario de Cununyacu, etc.

3.2 Población

De acuerdo al censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) la población para cada parroquia en la zona de estudio se detalla en la Tabla 9, detallando además la proyección de habitantes para el 2018 que se utilizará como cifra aproximada para determinar la muestra de encuestas a implementar.

Tabla 9.

Densidad poblacional en las parroquias de la zona de estudio

Provincia	Cantón	Parroquia	Población		Superficie (km ²)	Densidad poblaciona 1 2010
			2010	Proyección 2018		
Pichincha	Quito	Alangasí	24.251	29.135	29,43	824,02
		Conocoto	82.072	98.601	38,63	2.124,57
		Guangopolo	3.059	3.675	10,19	300,20
		La Merced	8.394	10.084	31,71	264,71
Total			117.776	141.495	109,96	

Fuente: (INEC, 2010)

3.3 Caracterización

3.3.1. Sitios turísticos que se pueden potenciar

3.3.1.1. Fuentes termales

El Ecuador se encuentra ubicado en la cordillera de los Andes conformada por varios elementos volcánicos activos e inactivos lo que produce una alta actividad magmática que a través del gradiente geotérmico eleva la temperatura del agua subterránea que circula por zonas fisuradas. A las aguas subterráneas que ascienden o son captadas a la superficie a temperaturas mayores a 5°C se las conoce como fuentes termales, estas se caracterizan por su composición química de minerales que obtienen al interactuar con las rocas (Burbano O., Becerra P., & Pasquel S., 2015).

Según el inventario realizado por Burbano O., Becerra P., y Pasquel S., (2015) que consta en el INAMHI la provincia de Pichincha cuenta con 20 termas, en la Tabla 10 se observa la distribución y el uso que se dan a las diferentes fuentes termales.

Tabla 10.
Fuentes termales de la provincia de Pichincha

Localidad	Ubicación	Temperatura (°C)	Uso
San Antonio de Pichincha 1	El Quinche	21.4	Recreación
San Antonio de Pichincha 2	El Quinche	22.3	Recreación
Pululahua	Calacalí	26.4	Recreación
Calacalí 1	Nono	26.9	Recreación
Calacalí 2	Nono	30.5	Recreación
Llóa (Comp. Urauco)	Quito	34.1	Recreación
La Merced	La Merced	34.8	Recreación
El Tingo 1	Alangasí	43.8	Recreación
El Tingo 2	Alangasí	42.8	Recreación
Llóa (Comp. Urauco)	Quito	35.7	Recreación
Machachi	Machachi	20.3	Industrial
Alóag (La Calera)	Amaguaña	33.5	Industrial
Alóag (La Calera)	Amaguaña	24.8	Sin uso
Cununyacu	Tumbaco	26.8	Recreación
Guangopolo	Guangopolo	31.5	Recreación
Guangopolo	Guangopolo	30.2	Recreación
Angamarca (La Chorrera)	Alangasí	21.5	Recreación
Ilaló	La Merced	37.2	Recreación
San Luis de Guachalá	Cayambe	38.6	Recreación
Ishingto	Cayambe	21.7	Recreación

Fuente: (Burbano O., Becerra P., & Pasquel S., 2015)

En la zona de estudio se encuentra ubicado el volcán inactivo Ilaló que se caracteriza por tener lomas longitudinales desde la cima hasta la base. Su actividad volcánica da origen a las aguas termales que contribuyen a la creación de las principales piscinas termales como son: El Tingo, La Merced, Guangopolo e Ilaló.

3.3.1.2. Puntos turísticos

En el país existen diferentes exponentes del termalismo, en la zona de estudio se puede observar el aprovechamiento de fuentes termales que se han convertido en puntos turísticos de salud y recreación; además han permitido el desarrollo urbano de las parroquias con la construcción de complejos, parques, restaurantes, santuarios, locales comerciales, hosterías, etc.

A continuación se presenta y caracteriza los principales puntos turísticos que se encuentran en las parroquias involucradas, Tabla 11, además en Figura 8 se detalla la ubicación de los mismos.

Tabla 11.
Puntos turísticos en la zona de estudio

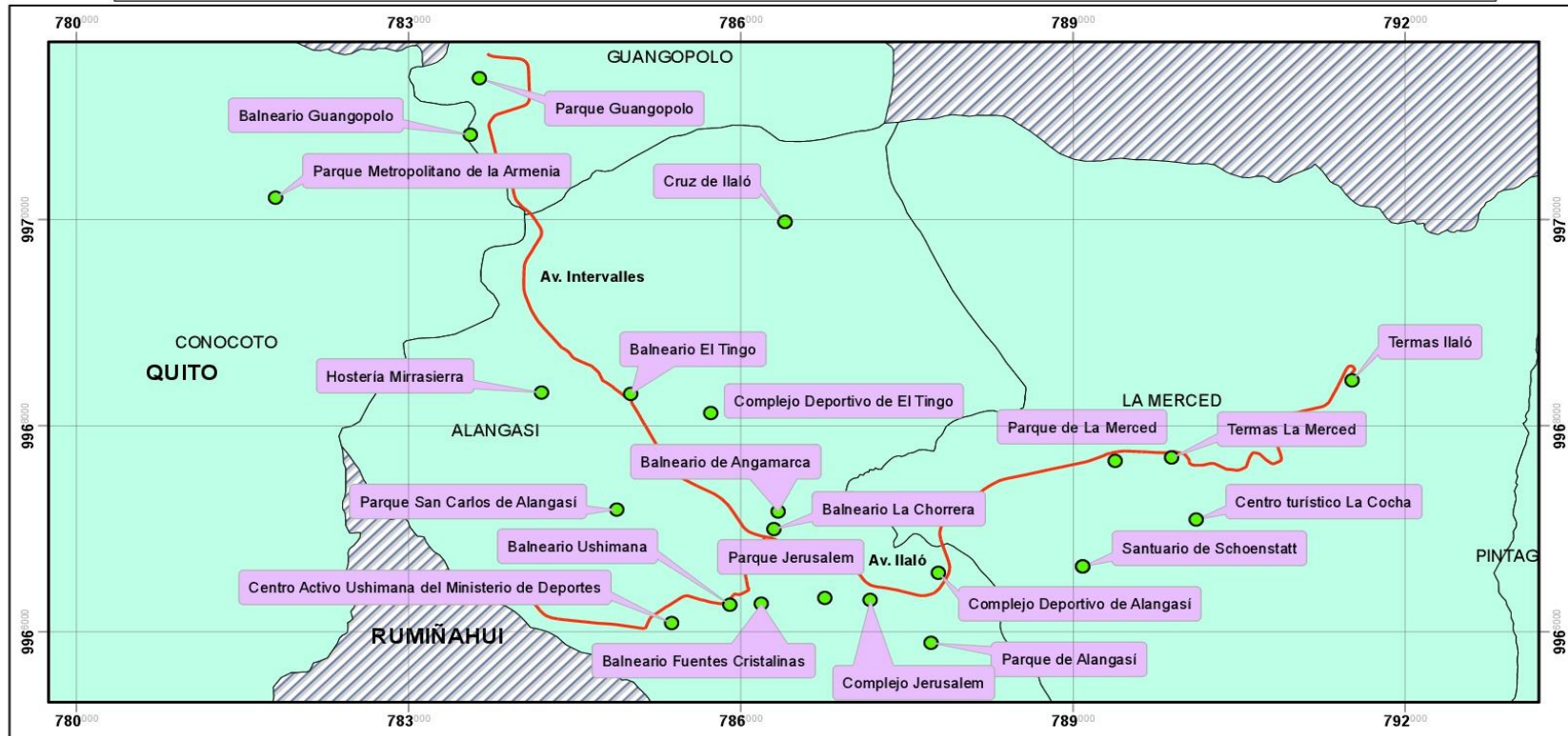
Nombre	Ubicación	Uso	Servicios	Atractivos
Parque La Merced	Parroquia La Merced	Turístico y cultural	Áreas verdes, juegos infantiles y para adultos	Iglesia de La Merced
Termas Ilaló	A 2,5 km del parque La Merced	Recreativo y Turístico	2 piscinas de aguas termales, áreas deportivas, zona infantil	Aguas termales medicinales, laguna, senderos y miradores
Cruz del Ilaló	Parroquia La Merced, cerro del Ilaló	Turístico		Cruz del Ilaló y mirador
Complejo deportivo El Tingo	Parroquia Alangasí, sector El Tingo	Recreativo y Turístico	Canchas de uso múltiple, áreas verdes, juegos infantiles y para adultos	Laguna y senderos
Complejo deportivo de Alangasí	Parroquia Alangasí, barrio central	Recreativo y Cultural	Espacios deportivos y culturales, áreas verdes	
Termas de La Merced	Parroquia La Merced	Turístico y Recreativo	2 Piscinas de aguas termales, áreas verdes, zona de camping, espacios deportivos, restaurante, quioscos	Aguas termales medicinales.
Centro turístico La Cocha	Parroquia La Merced, barrio El Vergel	Recreativo	Canchas de fútbol, sauna, turco, hidromasaje y piscina cubierta	

Continúa →

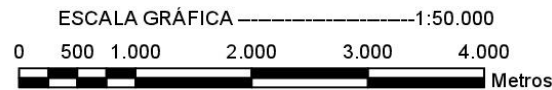
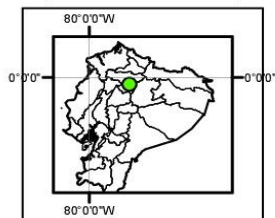
Parque Guangopolo	Parroquia Guangopolo	Turístico y recreativo	Áreas verdes, juegos infantiles y zona wifi	Iglesia Santísima Trinidad de Guangopolo y Museo Coral
Balneario Municipal de Guangopolo (Rumiloma)	Parroquia Guangopolo	Recreativo	2 piscinas de aguas termales, áreas cubiertas y juegos de adultos para ejercitar	Aguas termales
Parque metropolitano de La Armenia	Parroquia Conocoto, sector La Armenia	Turístico y recreativo	Zonas deportivas, áreas de recreación infantil, viveros, áreas verdes	Bosque virgen, senderos y rutas para bicicletas
Hostería Mirasierra	Parroquia Alangasí	Recreativo	3 piscinas templadas, hospedaje, restaurante, áreas de recreación infantil, canchas deportivas, cabinas de sauna y turco.	
Balneario municipal El Tingo	Parroquia Alangasí, barrio El Tingo	Recreativo	Piscina cubierta, piscina descubierta para enfermedades hepáticas, piscina descubierta, áreas verdes, juegos infantiles	Aguas termales
Balneario de Angamarca	Parroquia Alangasí, sector Angamarca	Recreativo	Piscina cubierta, piscina descubierta, sauna, turco, hidromasaje, canchas deportivas, sala de karaoke y restaurante	Continúa →

Balneario La Chorrera	Parroquia Alangasí, sector Angamarca	Recreativo	Piscinas temperadas, hidromasaje, sauna, turco, canchas deportivas e infantiles, restaurante, hospedaje y bar	Agua proveniente de fuentes naturales
Balneario Fuentes Cristalinas	Parroquia Alangasí, sector Ushimana	Recreativo	3 piscinas temperadas, toboganes, sauna, turco, canchas deportivas, catering, juegos infantiles y áreas verdes	
Balneario Ushimana	Parroquia Alangasí, sector Ushimana	Recreativo	Piscina de hidromasaje, piscina cubierta, piscina polar, piscina de agua termal, cámara de sauna y vapor, áreas verdes y canchas deportivas	Aguas termales
Centro activo del Ministerio del Deporte Ushimana	Parroquia Alangasí, sector Ushimana	Recreativo	Piscina cubierta para adultos, piscina descubierta para niños, canchas deportivas, áreas verdes y zona de camping	Complejo deportivo gratuito
Santuario de Schoenstatt	Parroquia Alangasí	Turístico	Áreas para actividades de oración	Santuario estilo europeo
Parque Alangasí	Parroquia Alangasí	Turístico y cultural	Áreas verdes	Iglesia, esculturas, mercado artesanal y centro cultural

PUNTOS TURÍSTICOS EN LAS PARROQUIAS DE ALANGASÍ, LA MERCED, GUANGOPOLO Y CONOCOTO



MAPA DE UBICACIÓN



LEYENDA

- Cantones
- Parroquias
- Av. Intervalles e Ilaló

ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE	Puntos turísticos de las parroquias: Alangasi, La Merced, Guangopolo, Conocoto
	Elaborado por: Kevin Chipantiza y Dennisse Criollo
Fuente: Instituto Geográfico Militar 2015	Escala: 1:50.000
Fecha: Enero 2018	

Figura 8. Puntos turísticos de la zona de estudio

3.3.2. Reserva ecológica

Conocido también como “La Montaña Luminosa”, el cerro del Ilaló es un volcán inactivo que tuvo su origen en la época del Pleistoceno (1.8 millones de años atrás) que ha sido constatado según una datación radiométrica aplicada a la lava del Ilaló donde además se ha estimado una edad de 1.62 millones de años (Curipoma Heredia, 2015). Distribuido entre las parroquias de Tumbaco, Alangasí y La Merced en el Valle de Los Chillos, el cerro Ilaló se localiza al este de Quito y se encuentra entre los 2.400 msnm y 3.200 msnm, comprendido por un bosque seco montano (2.000 - 3.000 msnm) y bosque húmedo montano (2.500 - 3.300 msnm) (Fondo para la protección del Agua (FONAG), 2008).

El cerro Ilaló está compuesto por 24 microcuencas que desembocan en los ríos Chiche y San Pedro pertenecientes a la cuenca del río Guayllabamba donde se ha ido reduciendo el número de vertientes debido a pérdida de vegetación aledaña y al pisoteo del ganado llegando a tener en la actualidad 20 vertientes (Sanchez Flores, 2016). A causa del incremento poblacional alrededor del cerro Ilaló se ha presentado una degradación por el mal uso del suelo, disminuyendo los recursos naturales al convertirse en una zona comercial (Fondo para la protección del Agua (FONAG), 2008).

En el transcurso de los años se ha podido constatar el cambio que ha sufrido el cerro debido a eventos perjudiciales como: incendios forestales, arrasamiento de bosques, siembra de especies extranjeras, sobrepastoreo de ganado, escases de lluvia, etc (Patiño Guallichico, 2016). Eventos que de acuerdo a Chuquimarca Lala y Toaza Vinueza (2012) han perjudicado directamente a especies de árboles como: eucalipto, pino, ciprés, etc. Así como plantas naturales como: la trinidad, musgo, penco, etc. Y especies animales como: gallinazo, gavián, conejos, colibrí, etc.

De acuerdo al (Registro Oficial N° 923 del 27 de Abril de 1988) el volcán Ilaló en el año de 1988 fue declarado bosque protector y vegetación protectora “Flanco Oriental del Pichincha y Cinturón Verde de Quito” a través del Acuerdo Ministerial N° 127, siendo así el Bloque 8 de este Bosque con una superficie de 4.813 hectáreas, Figura 9. Para el año de 1994 en el Plan General de Desarrollo Territorial 2006 existían registros de asentamientos poblacionales en la zona, disminuyendo así el área protegida a 3,374 hectáreas; en el 2007 se identifican problemáticas en el territorio del Ilaló vinculado al mal uso del mismo, por esta razón el Municipio del Distrito

Metropolitano de Quito (MDMQ) mediante una consultoría crea el Plan de Manejo del Cerro Ilaló con el fin de dar una normativa a las actividades que se realizan en el área protegida; sin embargo este documento nunca fue ejecutado a causa de la oposición por parte de la comuna (Fundación Futuro Latinoamericano , 2015).

En el año 2011 se establece en el Plan de Manejo de Ordenamiento Territorial 2012-2022 el objetivo de fortalecer y asegurar la estructura ambiental del MDMQ a través del Sistema de Áreas Protegidas y Corredores Ecológicos; es así que para el 2012 se realiza una consultoría de caracterización e identificación en el territorio del Ilaló, bajo la categoría de Área de Intervención Especial y Recuperación (AIER), para el 2013 se genera el proyecto de ordenanza para la regulación del AIER Ilaló Lumbisí. En el 2015 se mejora la propuesta del AIER con la Secretaria de Ambiente del Municipio de Quito y el Concejo de Habitantes Ilaló, se optó en promover la creación de un corredor protegido de 8,930 hectáreas; sin embargo en noviembre del mismo año no se llegó a ningún acuerdo por parte de las comunas y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (Fundación Futuro Latinoamericano , 2015).

Según el Consorcio para el desarrollo sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) (2015) la reserva AIER Ilaló-Lumbisí se encuentra en proceso de establecimiento como área protegida en el Subsistema Municipal de Áreas Protegidas (SMAP) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), debido a que cuenta con un área de importancia biológica equivalente a 184,85 hectáreas que representa el 2,1% del área total correspondiente a 8,930 hectáreas, considerando esto en el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PMDOT) se plantea como meta hasta el 2019 que el área Ilaló-Lumbisí sea declarada como área protegida y hasta el 2025 aumentar su área de importancia biológica a través de un proceso de recuperación del 25% de su superficie degradada. De acuerdo a (Secretaría de Ambiente, 2018) la reserva AIER Ilaló-Lumbisí no forma parte de las áreas naturales protegidas del DMQ, se asume que se encuentra aún en proceso de recuperación de la cobertura vegetal debido a que no existe información actualizada sobre el tema.

Bosque protector y vegetación protectora "Flanco Oriental del Pichincha y Cinturón Verde de Quito" en la zona de estudio

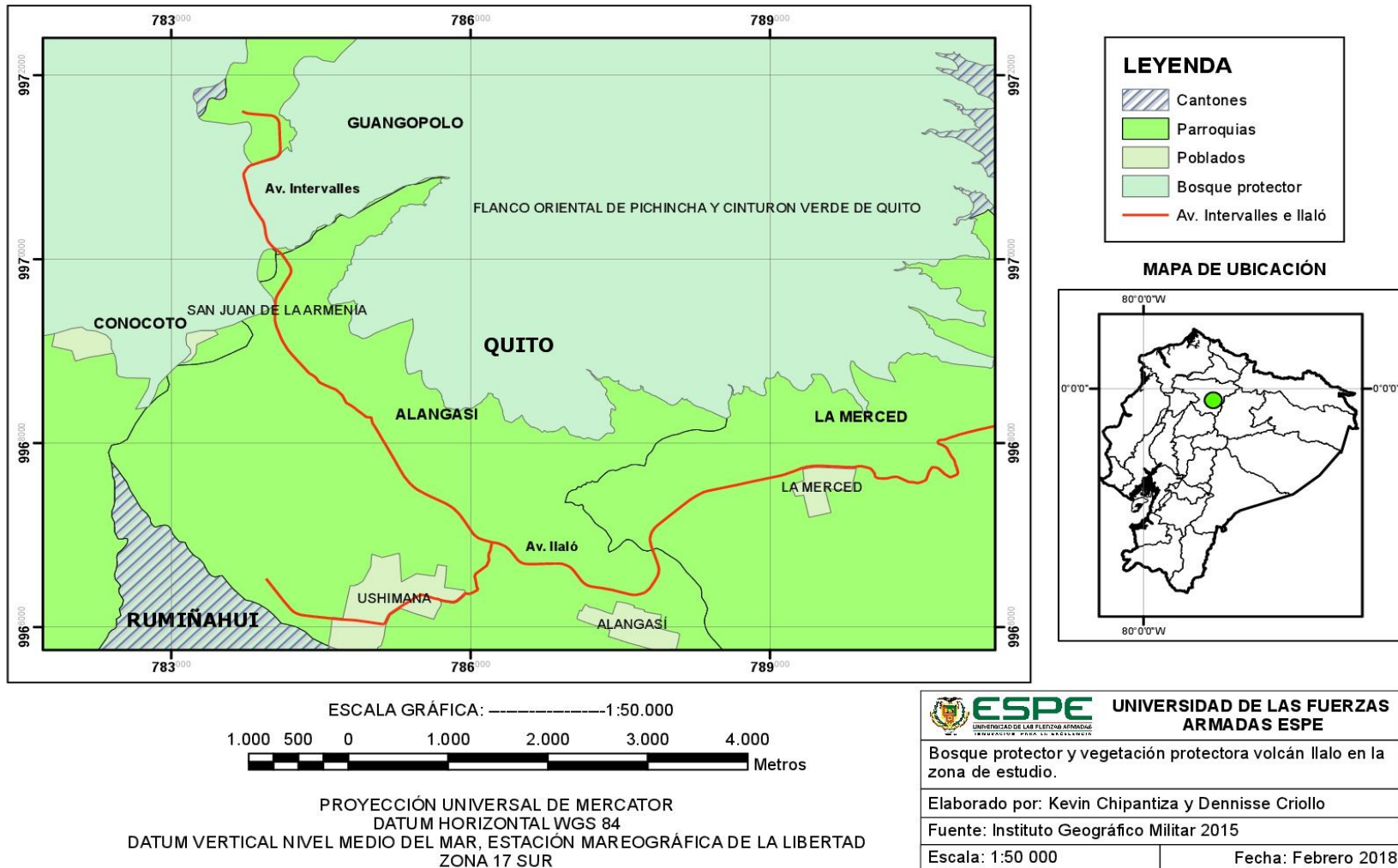


Figura 9. Reserva ecológica Ijaló

3.3.3. Tráfico vehicular

Considerando que las parroquias involucradas en el presente estudio se encuentran conectadas entre sí principalmente por la Av. Intervalles e Ilaló se optó por dos puntos representativos de aforo, uno en cada avenida.

El conteo se realizó de forma manual en periodos de 15 min desde las 6:00 am a 18:00 pm durante una semana en cada lugar de aforo, tomando en cuenta además ambos sentidos de circulación de cada vía con el fin de determinar en qué sentido existe una mayor carga vehicular; conjuntamente se clasifico el conteo por tipo de vehículo incluido la bicicleta para obtener información relevante referente al proyecto sobre la circulación vehicular no motorizada. Los valores obtenidos a detalle se muestran en el Anexo 1; sin embargo, a fin de resumir se expone el flujo vehicular por avenida, donde se clasifica a vehículos motorizados y a la bicicleta como vehículo no motorizados.

- **Avenida Ilaló**

El punto de aforo está ubicado en el barrio Angamarca, intersección Av. Ilaló y calle De Los Artistas. La semana de conteo es del 08 al 14 de enero del 2018.

- **Tránsito diario y semanal.-** Se conoce que el tránsito semanal se obtiene al sumar los tránsitos diarios ($TS = \sum TD$), Tabla 12, además en la Figura 10 se aprecia el resumen de vehículos por día y en la Figura 11 el total de vehículos contabilizados en la semana

Tabla 12.

Tránsito diario y semanal avenida Ilaló

Día	Tránsito diario (veh/día)			
	Vehículos motorizados		Vehículos no motorizados	
Lunes	5697	99,79%	12	0,21%
Martes	6436	99,55%	29	0,45%
Miércoles	5586	99,70%	17	0,30%
Jueves	5691	99,65%	20	0,35%
Viernes	5554	99,82%	10	0,18%
Sábado	6894	99,39%	42	0,61%
Domingo	7249	99,60%	29	0,40%
Total (veh/semana)	43107	99,63%	159	0,37%
			43266	

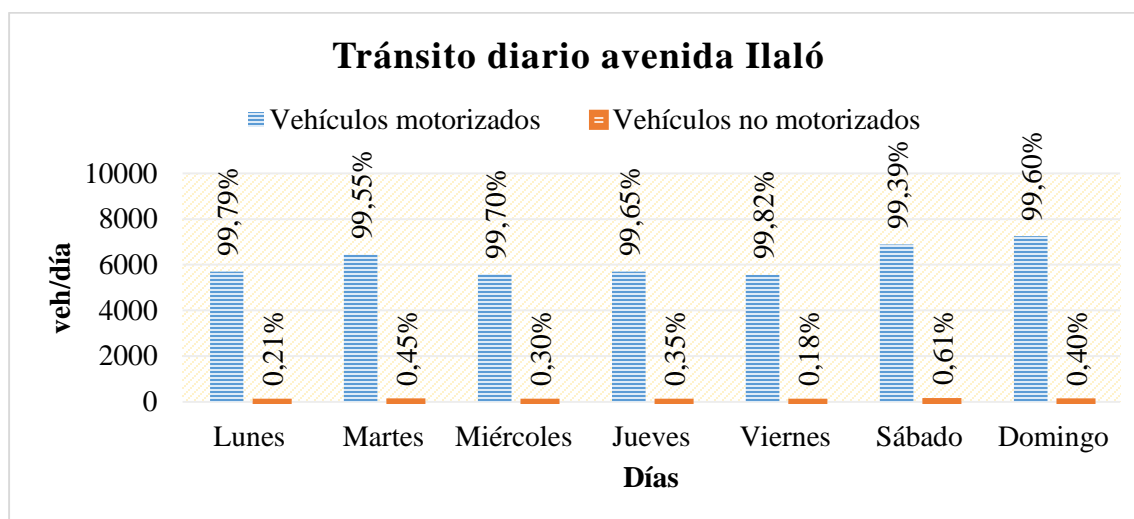


Figura 10. Tránsito diario avenida Ilaló

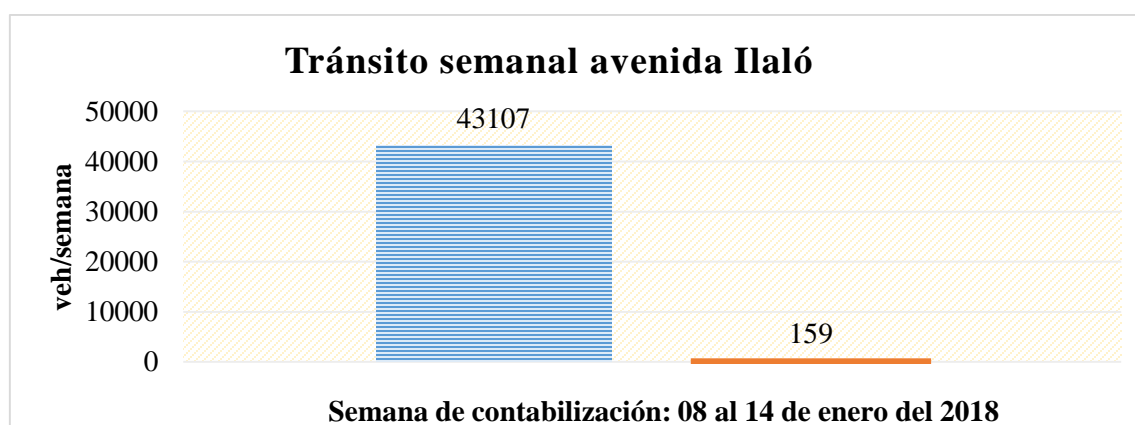


Figura 11. Tránsito semanal avenida Ilaló

- Tránsito mensual y anual

El tránsito anual se consigue al sumar los valores del tránsito mensual ($TA = \sum TM$) y el tránsito mensual (TM) se obtiene por estimación, para esto se determina el número de días de cada mes del año 2018 como se detalla en la Tabla 13, con estos datos se multiplica el número de días por el tránsito diario obtenido respectivamente, luego se suma el valor obtenido en función al número de días de cada mes. Por ejemplo el mes de enero del 2018 tiene 5 lunes, 5 martes, 5 miércoles, 4 jueves, 4 viernes, 4 sábado y 4 domingos, entonces para obtener el valor del TM de enero para vehículos motorizados se utiliza la Tabla 12 y se tiene:

$$\begin{aligned}
 TMenero &= (5 * 5697) + (5 * 6436) + (5 * 5586) + (4 * 5691) \\
 &\quad + (4 * 5554) + (4 * 6894) + (4 * 7249) \\
 &= 190147 \frac{\text{veh}}{\text{mes}}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Tabla 13.*Días de cada mes del año 2018*

Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Días
Enero	5	5	5	4	4	4	4	31
Febrero	4	4	4	4	4	4	4	28
Marzo	4	4	4	5	5	5	4	31
Abril	5	4	4	4	4	4	5	30
Mayo	4	5	5	5	4	4	4	31
Junio	4	4	4	4	5	5	4	30
Julio	5	5	4	4	4	4	5	31
Agosto	4	4	5	5	5	4	4	31
Septiembre	4	4	4	4	4	5	5	30
Octubre	5	5	5	4	4	4	4	31
Noviembre	4	4	4	5	5	4	4	30
Diciembre	5	4	4	4	4	5	5	31

En la Tabla 14 se detallan los valores obtenidos para el tránsito mensual y anual de la avenida; así como en la Figura 12 y Figura 13 se detallan los mismos de manera gráfica.

Tabla 14.*Tránsito mensual y anual (2018) avenida Ilaló*

Tránsito mensual (veh/mes)					
Mes	Vehículos motorizados		Vehículos no motorizados		Total vehículos
Enero	190147	99,64%	694	0,36%	190841
Febrero	172428	99,63%	636	0,37%	173064
Marzo	190567	99,63%	708	0,37%	191275
Abril	185374	99,64%	677	0,36%	186051
Mayo	190141	99,63%	702	0,37%	190843
Junio	184876	99,63%	688	0,37%	185564
Julio	191810	99,63%	706	0,37%	192516
Agosto	189259	99,64%	683	0,36%	189 942

Continúa →

Septiembre	186571	99,62%	707	0,38%	187278
Octubre	190147	99,64%	694	0,36%	190841
Noviembre	183673	99,64%	666	0,36%	184339
Diciembre	192268	99,63%	719	0,37%	192987
Total	2247261	99,63%	8280	0,37%	2255541
(veh/año)			2255541		

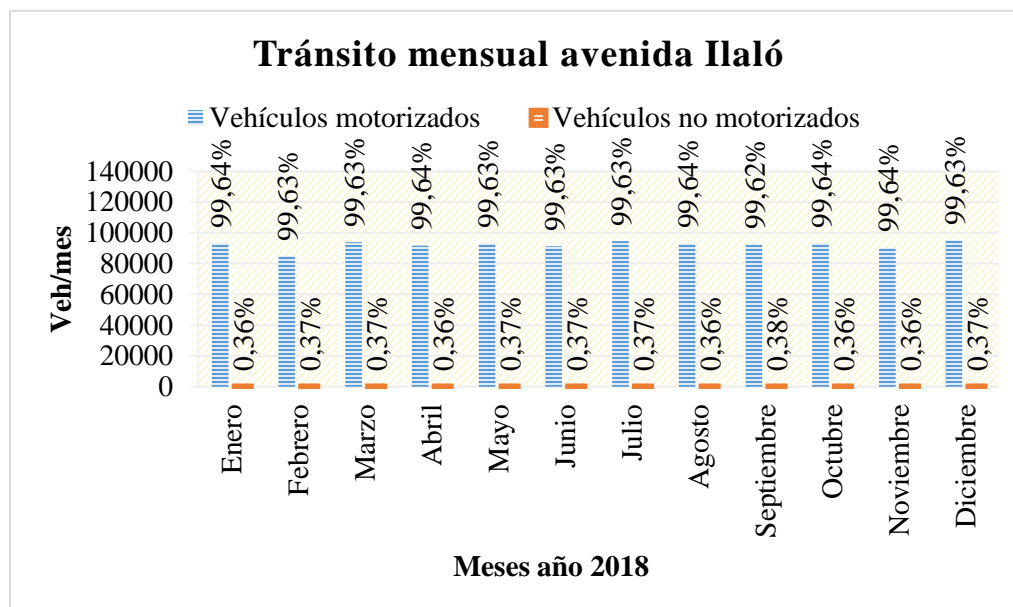


Figura 12. Tránsito mensual avenida Ilaló

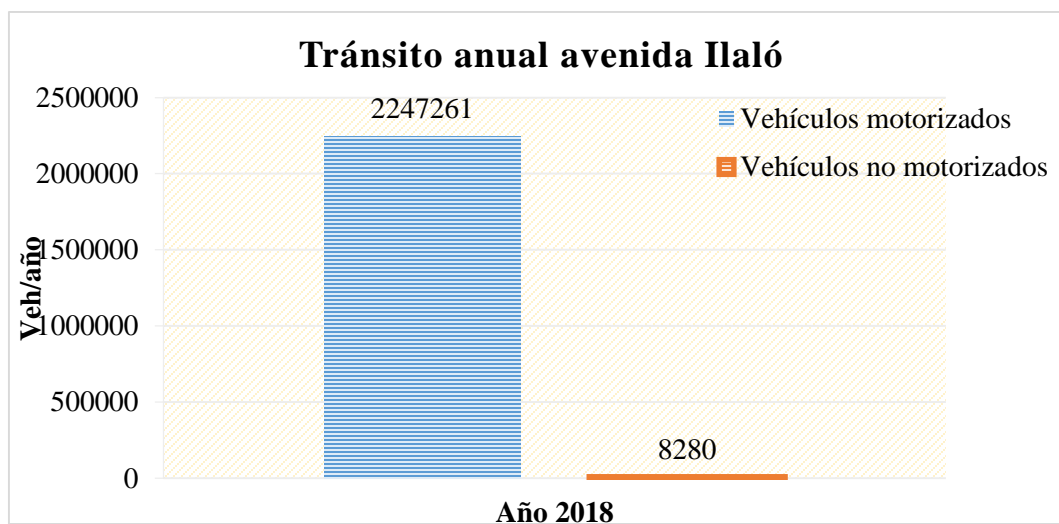


Figura 13. Tránsito anual del 2018 en la Av. Ilaló

- **Tránsitos promedio**

El tránsito promedio diario semanal y anual se muestra en la Tabla 15 tomando como datos los valores del tránsito absoluto de la vía y para el tránsito promedio diario mensual se describe en la Tabla 16

Tabla 15.
TPDS y TPDA de la avenida Ilaló

Tránsito promedio diario semanal	$TPDS = \frac{43.266}{7} = 6.180,86 = 6.181 \text{ veh/día}$
Tránsito promedio diario anual	$TPDA = \frac{2255541}{365} = 6.179,56 = 6.180 \text{ veh/día}$

Tabla 16.
Tránsito promedio diario mensual de la avenida Ilaló

Mes	TM	Días	TPDM (veh/día)	
Enero	190841	31	6156,16	6156
Febrero	173064	28	6180,86	6181
Marzo	191275	31	6170,16	6170
Abril	186051	30	6201,70	6202
Mayo	190843	31	6156,23	6156
Junio	185564	30	6185,47	6185
Julio	192516	31	6210,19	6210
Agosto	189942	31	6127,16	6127
Septiembre	187278	30	6242,60	6243
Octubre	190841	31	6156,16	6156
Noviembre	184339	30	6144,63	6145
Diciembre	192987	31	6225,39	6225

- **Tránsito futuro.-** Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) la tasa de crecimiento vehicular para el Ecuador en el año 2018 es de $i=3,96\%$ y se considera una proyección de $N=15$ años, utilizando el valor del tránsito anual de la Tabla 14 se tiene:

$$TF = 2255541(1 + 0,0396)^{15} = 4'038.729,70 = 4'038.730 \text{ veh/año} \quad (4)$$

En la Tabla 17 se realiza el cálculo de proyección para cada año bajo la ecuación ya mencionada en el marco teórico y los mismos parámetros de crecimiento vehicular.

Tabla 17.
Tránsito futuro avenida Ilaló

Año	Tránsito anual (veh/año)	Año	Tránsito anual (veh/año)
2018	2255541	2026	3077378,34
2019	2344860,42	2027	3199242,52
2020	2437716,90	2028	3325932,53
2021	2534250,49	2029	3457639,45
2022	2634606,81	2030	3594561,98
2023	2738937,23	2031	3736906,63
2024	2847399,15	2032	3884888,13
2025	2960156,16	2033	4038729,70

- **Avenida Intervalles**

El punto de aforo está ubicado en el barrio de San Antonio, intersección Av. Intervalles y calle Sebastián de Benalcázar. La semana de conteo es del 15 al 21 de enero del 2018.

- **Tránsito diario y semanal**

Los valores del tránsito diario y semanal de la vía se detallan en la Tabla 18; y en la Figura 14 y Figura 15 se muestra de manera concisa los valores respectivamente.

Tabla 18.
Tránsito diario y semanal avenida Intervalles

Día	Tránsito diario (veh/día)			
	Vehículos motorizados		Vehículos no motorizados	
Lunes	10308	99,87%	13	0,13%
Martes	11062	99,60%	44	0,40%
Miércoles	10469	99,86%	15	0,14%
Jueves	9743	99,90%	10	0,10%
Viernes	9691	99,89%	11	0,11%
Sábado	9595	97,83%	213	2,17%
Domingo	8964	99,34%	60	0,66%
Total (veh/semana)	69832	99,48%	366	0,52%
			70198	

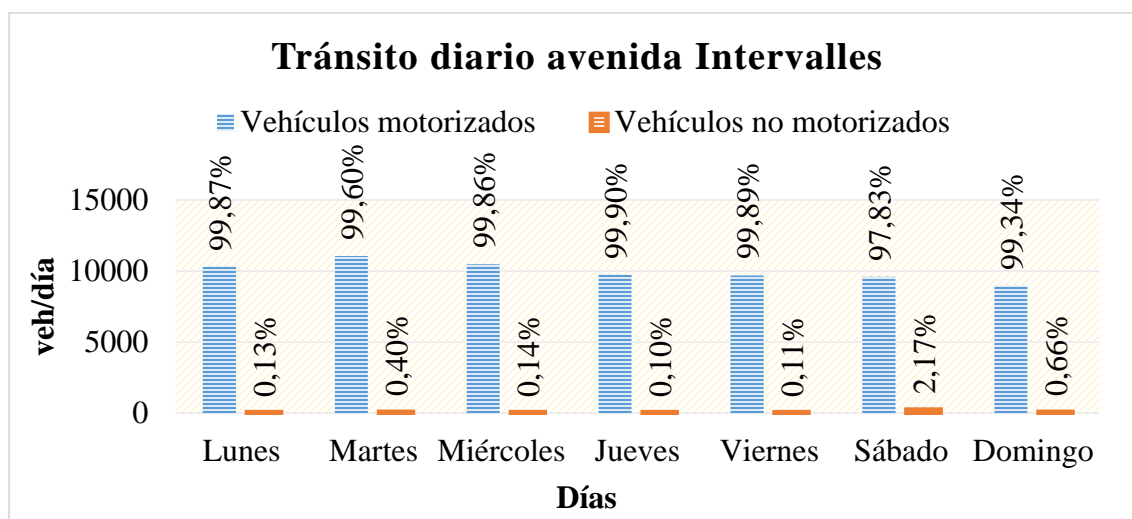


Figura 14. Tránsito diario avenida Intervalles

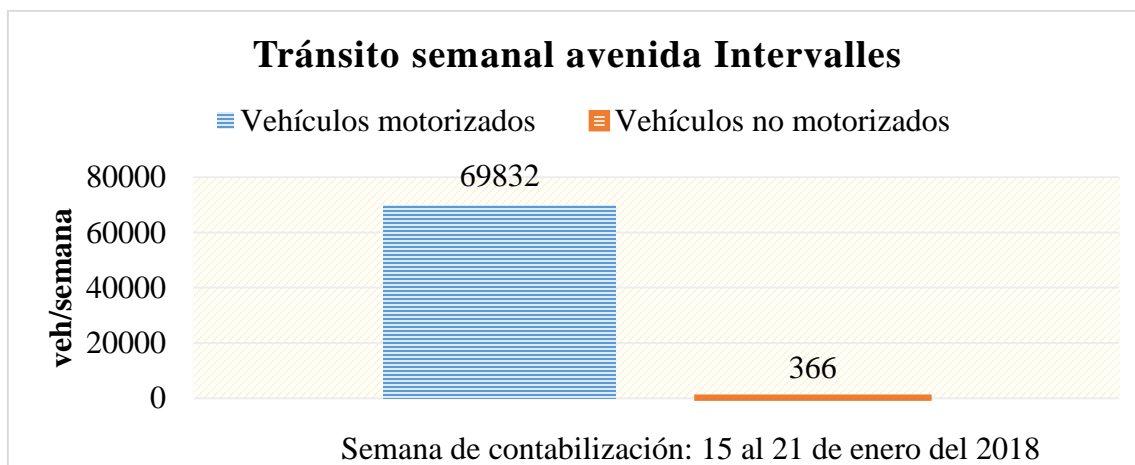
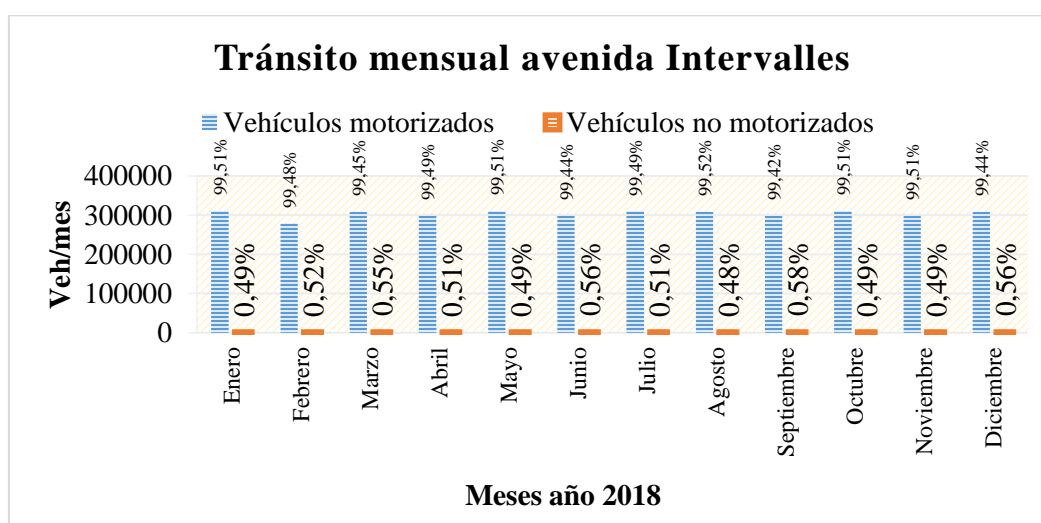


Figura 15. Tránsito semanal avenida Intervalles

- **Tránsito mensual y anual.-** En la Tabla 19 se detallan los valores obtenidos para el tránsito mensual y anual de la vía. En la Figura 16 y Figura 17 se detallan gráficamente los mismos.

Tabla 19.*Tránsito mensual y anual (2018) avenida Intervalles*

Tránsito mensual (veh/mes)					
Mes	Vehículos motorizados		Vehículos no motorizados		Total vehículos
Enero	311167	99,51%	1536	0,49%	312703
Febrero	279328	99,48%	1464	0,52%	280792
Marzo	308357	99,45%	1698	0,55%	310055
Abril	298600	99,49%	1537	0,51%	300137
Mayo	310602	99,51%	1533	0,49%	312135
Junio	298614	99,44%	1688	0,56%	300302
Julio	309662	99,49%	1581	0,51%	311243
Agosto	309231	99,52%	1500	0,48%	310731
Septiembre	297887	99,42%	1737	0,58%	299624
Octubre	311167	99,51%	1536	0,49%	312703
Noviembre	298762	99,51%	1485	0,49%	300247
Diciembre	308195	99,44%	1750	0,56%	309945
Total (veh/año)	3641572	99,48%	19045	0,52%	3660617

**Figura 16.** Tránsito mensual avenida Intervalles

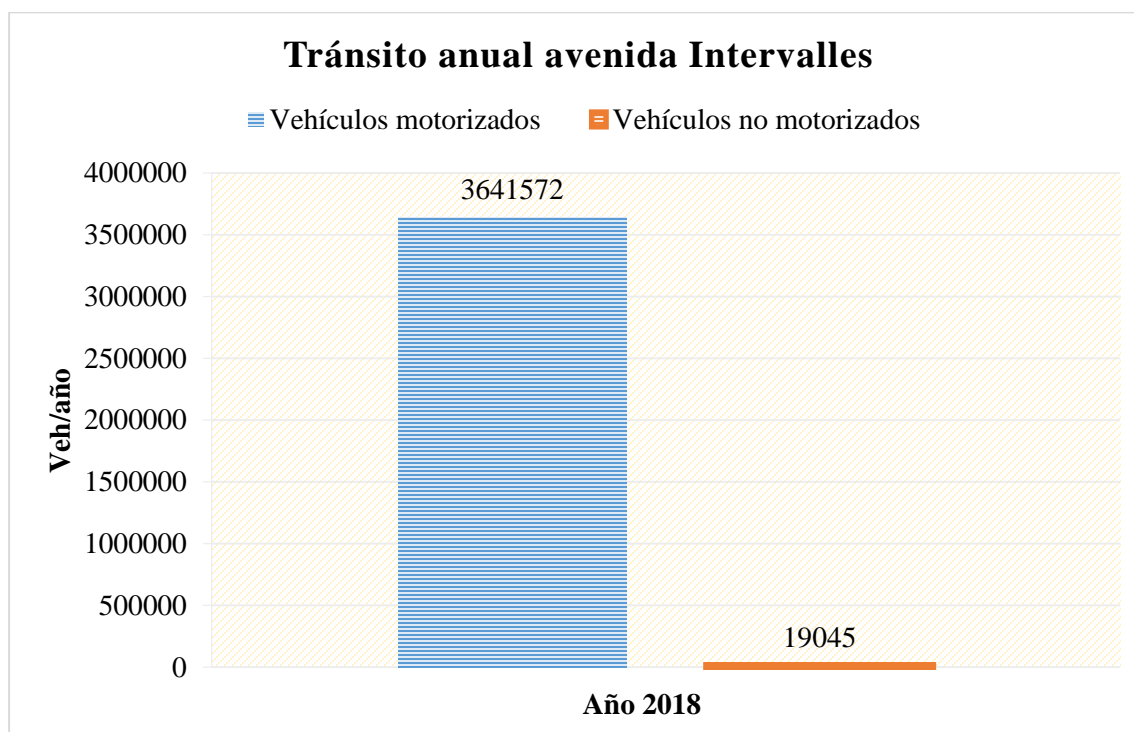


Figura 17. Tránsito anual (2018) avenida Intervalles

- Tránsito promedio

El tránsito promedio diario semanal y anual se muestra en la Tabla 20 tomando como datos los valores del tránsito absoluto de la vía y para el tránsito promedio diario mensual se describe en la Tabla 21.

Tabla 20.

TPDS y TPDA de la avenida Intervalles

Tránsito promedio diario semanal	$TPDS = \frac{70198}{7} = 10.028,29 = 10.028 \text{ veh/día}$
Tránsito promedio diario anual	$TPDA = \frac{3660617}{365} = 10.029,09 = 10.029 \text{ veh/día}$

Tabla 21.*Tránsito promedio diario mensual de la avenida Intervalles*

Mes	TM	Días	TPDM (veh/día)	
Enero	312703	31	10087,19	10087
Febrero	280792	28	10028,29	10028
Marzo	310055	31	10001,77	10002
Abril	300137	30	10004,57	10005
Mayo	312135	31	10068,87	10069
Junio	300302	30	10010,07	10010
Julio	311243	31	10040,10	10040
Agosto	310731	31	10023,58	10024
Septiembre	299624	30	9987,47	9987
Octubre	312703	31	10087,19	10087
Noviembre	300247	30	10008,23	10008
Diciembre	309945	31	9998,23	9998

- **Tránsito futuro.**- En la Tabla 22 se realiza el cálculo de proyección para cada año del tránsito en la avenida Intervalles considerando los parámetros de crecimiento vehicular utilizados para la avenida Ilaló y el tránsito anual de la Tabla 19.

Tabla 22.*Tránsito futuro avenida Intervalles*

Año	Tránsito anual (veh/año)	
2018	3660617,00	3660617
2019	3805577,43	3805577
2020	3956278,30	3956278
2021	4112946,92	4112947
2022	4275819,62	4275820
2023	4445142,08	4445142
2024	4621169,70	4621170
2025	4804168,02	4804168
2026	4994413,08	4994413
2027	5192191,83	5192192
2028	5397802,63	5397803
2029	5611555,61	5611556
2030	5833773,22	5833773
2031	6064790,64	6064791
2032	6304956,34	6304956
2033	6554632,62	6554633

3.3.3.1. Caracterización estructural de las vías

Bajo el mismo lineamiento utilizado para la medición del tráfico vehicular, se optó por las avenidas Ilaló e Intervalles para identificar y caracterizar los rasgos estructurales de las mismas, tomando en cuenta además que en la zona de estudio ambas vías tienen una alta carga vehicular como se pudo determinar con la contabilización del flujo vehicular.

- **Avenida Intervalles**

La vía Intervalles fue construida en el año de 1991, dentro de la zona de estudio la vía conecta a Guangopolo con la parroquia de Alangasí, siendo la única arteria que une a estas dos comunas con una longitud de 4.60 kilómetros, su capa de rodadura es una carpeta asfáltica que hasta el diagnóstico realizado en el 2010 por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Guangopolo estaba en buen estado (Taller de diagnóstico GADP, 2010); sin embargo actualmente aunque dispone de señalización vertical y horizontal se puede distinguir deterioro en determinadas partes de la vía, donde además se observa que carece de aceras en la mayor parte de la misma, lo que da origen a inconvenientes en la movilidad peatonal segura; sin embargo, la movilidad vehicular es normal e incrementa en fines de semana y feriados sin provocar ningún inconveniente en la fluidez del tránsito (Taller de diagnóstico GADP, 2010).

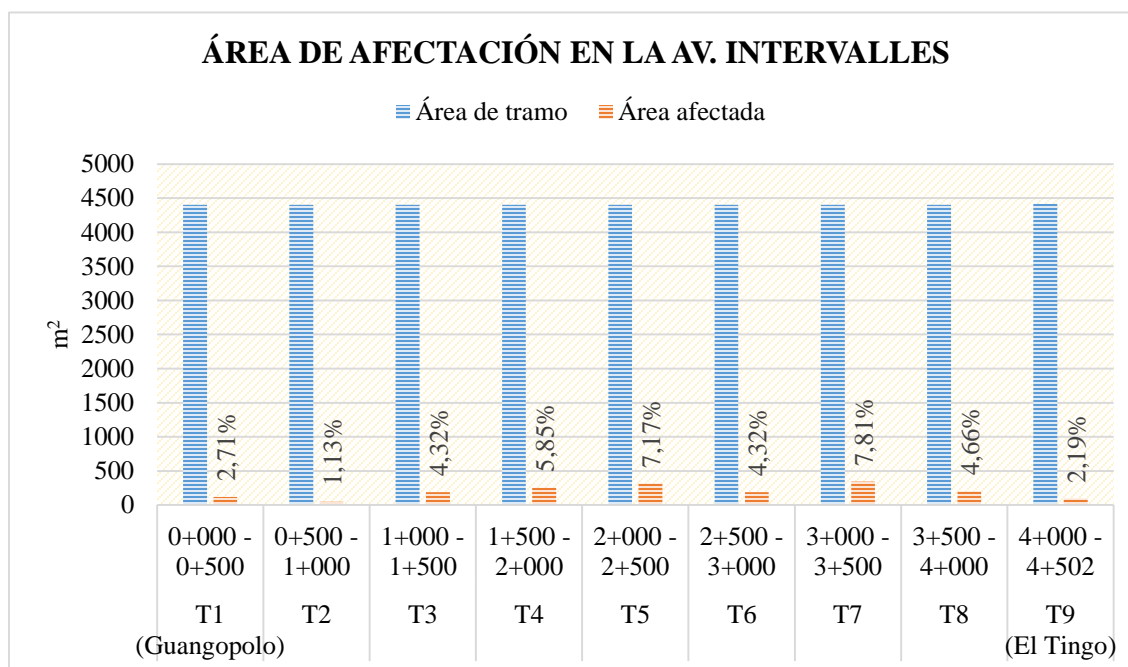
En la Tabla 23 se puede apreciar los daños en los diferentes tramos de la Av. Intervalles y su caracterización de acuerdo al convenio interadministrativo (2006); a su vez en la Tabla 24 se da a conocer el porcentaje de afectación en cada tramo, indicando el tramo con mayor daño en la Figura 18 y a su vez en la Figura 19, un daño total en donde la vía ha sido afectada hasta ahora; además se indica en la Tabla 25 un resumen de la afectación por cada tipo de daño expresado en porcentaje y en la Figura 20 el daño que mayor afectación está presente en la vía. Verificando el tipo de falla a través de un registro en el Anexo2.

Tabla 23.*Caracterización de los daños en el pavimento de la Av. Intervalles*

Tramo	Abscisa		Área de afectación según el tipo de daño en el pavimento (m ²)													Total (m ²)
			Fisuras							Deforma- ción	Pérdida de la capa de estructura			Daños superficiales		
	Desde	Hasta	Fisura Longitudinal	Fisura Transversal	Fisura en junta de construcción	Fisura de borde	Fisura en bloque	Piel de cocodrilo	Fisura incipiente	Hundimiento	Descascaramiento	Baches	Parche	Pérdida de agregado	Puliminto de agregado	
T1	0+000	0+500	49,8	7,5	0,0	2,3	5,4	2,2	26,4	0,0	0,0	0,0	7,5	0,9	17,2	119,2
T2	0+500	1+000	29,9	1,7	0,0	0,5	5,2	1,1	0,0	0,0	0,5	0,0	5,2	0,0	5,5	49,5
T3	1+000	1+500	40,1	9,1	0,0	0,0	24,0	13,4	1,8	2,4	0,2	0,0	99,0	0,0	0,0	190,0
T4	1+500	2+000	167,8	5,3	0,0	1,7	63,1	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	16,9	1,8	0,0	257,4
T5	2+000	2+500	44,9	1,5	9,6	1,0	133,1	52,9	0,6	0,4	4,2	0,7	21,8	4,5	40,3	315,5
T6	2+500	3+000	30,9	2,2	0,0	0,0	112,6	2,5	21,5	0,0	0,3	0,0	20,2	0,0	0,0	190,1
T7	3+000	3+500	17,9	2,3	0,0	0,0	99,4	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	199,4	0,0	0,0	343,8
T8	3+500	4+000	18,2	3,6	0,0	0,0	91,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	80,6	0,0	0,0	205,2
T9	4+000	4+502	3,4	0,0	0,0	0,0	23,2	5,2	0,0	2,2	0,0	0,4	62,6	0,0	0,0	96,9
Total			402,8	33,2	9,6	5,5	556,9	114,4	50,2	5,0	5,5	1,1	513,3	7,2	63,0	1767,6

Tabla 24.*Resumen de afectación por daño del pavimento en la Av. Intervalles*

Tramo	Abscisa	Área (m ²)	Área afectada (m ²)	Porcentaje de afectación (%)
T1 (Guangopolo)	0+000 - 0+500	4400	119,16	2,71
T2	0+500 - 1+000	4400	49,53	1,13
T3	1+000 - 1+500	4400	189,95	4,32
T4	1+500 - 2+000	4400	257,41	5,85
T5	2+000 - 2+500	4400	315,50	7,17
T6	2+500 - 3+000	4400	190,10	4,32
T7	3+000 - 3+500	4400	343,78	7,81
T8	3+500 - 4+000	4400	205,22	4,66
T9 (El Tingo)	4+000 - 4+502	4417,6	96,94	2,19

**Figura 18.** Afectación por daño del pavimento en cada tramo de la Av. Intervalles

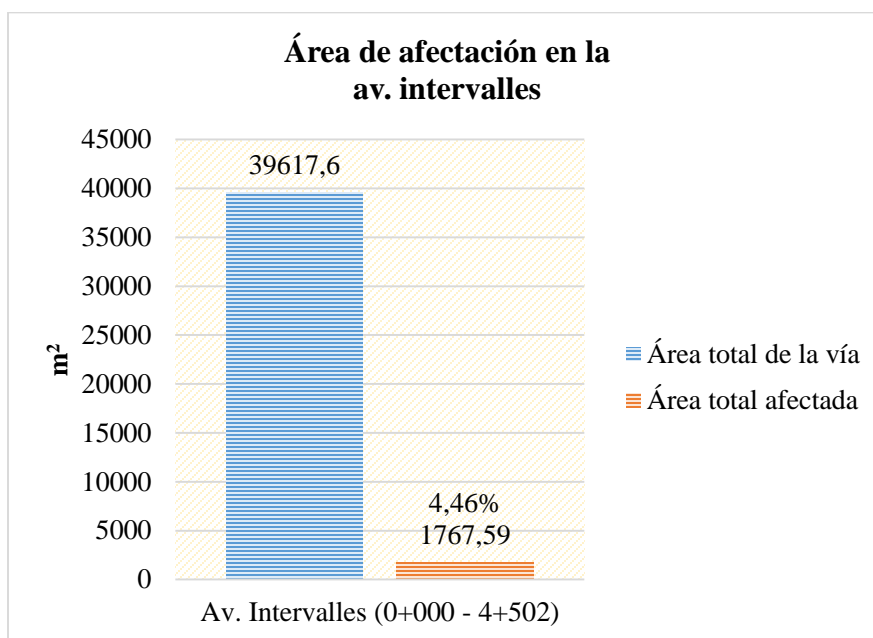


Figura 19. Daño total de afectación en la Av. Intervalles

Tabla 25.

Área de afectación según el tipo de daño en la Av. Intervalles

Tipo de daño en el pavimento		Área (m ²)	Porcentaje
Fisuras	Fisura Longitudinal	402,79	1,02%
	Fisura Transversal	33,15	0,08%
	Fisura en junta de construcción	9,60	0,02%
	Fisura de borde	5,46	0,01%
	Fisura en bloque	556,88	1,41%
	Piel de cocodrilo	114,44	0,29%
	Fisura incipiente	50,24	0,13%
Deformación	Hundimiento	4,98	0,01%
Pérdida de la capa de estructura	Descascaramiento	5,49	0,01%
	Baches	1,08	0,00%
	Parche	513,28	1,30%
Daños superficiales	Pérdida de agregado	7,20	0,02%
	Pulimiento de agregado	63,00	0,16%

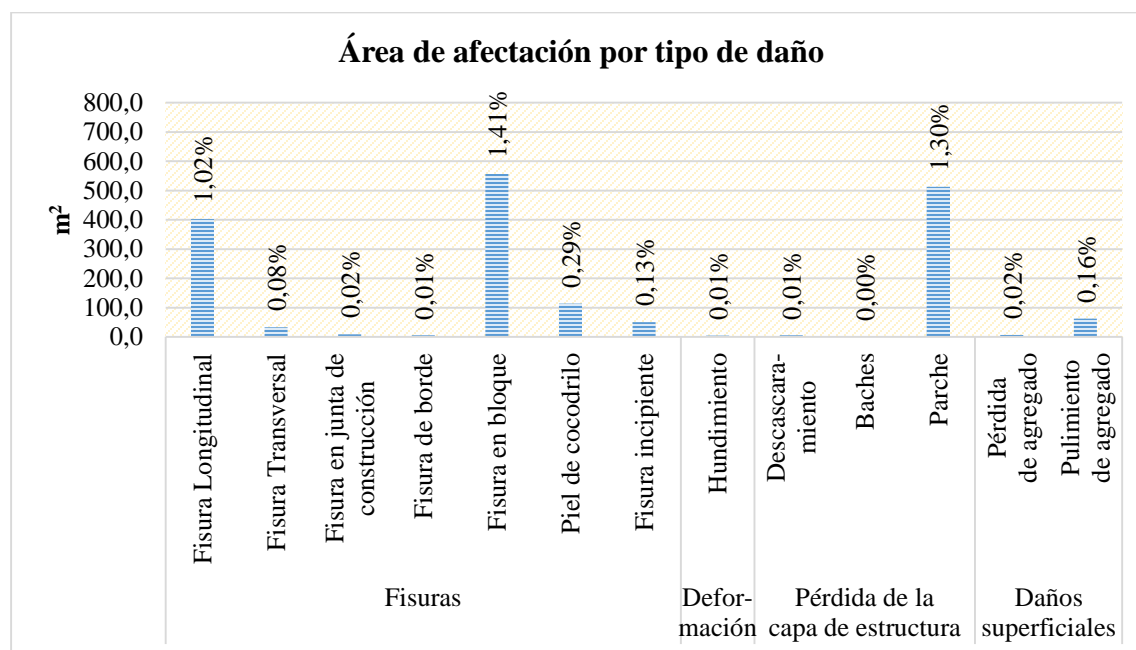


Figura 20. Tipos de daños presentes en la Av. Intervalles

- **Avenida Ilaló**

Dentro de la zona de estudio la avenida Ilaló es una vía de acceso principal que conecta a las parroquias de Alangasí con La Merced. Según el Gobierno Parroquial de La Merced y Alangasí (2011) las parroquias mencionadas en el año 2011 solicitan mediante un oficio al Alcalde del DMQ se realice una rehabilitación de la vía Ilaló priorizando la ampliación y diseño integral de la misma, contemplando una intervención preferencial para peatones y ciclistas. La demanda se sustenta a consecuencia de que la vía cuenta ya con aproximadamente 40 años de vida útil y por ser un sector con distintos puntos turísticos demanda tráfico; además por intervenciones de alcantarillado, teléfono, luz eléctrica y las fuertes lluvias, la carpeta asfáltica se ha deteriorado dejando como consecuencia una vía debilitada con bordillos destruidos; de igual manera en la vía existe afluencia de ciclistas que carecen de una ruta de uso exclusivo y seguro; así como los peatones no cuentan con el privilegio de veredas y los pasajeros no disponen de bahías o estacionamientos adecuados. Como consecuencia de estas condiciones y del exceso de velocidad con el que circulan los vehículos se ha registrado varios accidentes, sustentando así que la vía no privilegia en ningún sentido al peatón o al sistema de transporte no motorizado. (Gobierno Parroquial de La Merced y Alangasí, 2011)

De acuerdo con el Gobierno Parroquial La Merced (2013) la parroquia de La Merced en el año 2013 mediante un oficio solicita nuevamente al Alcalde del DMQ la rehabilitación de la avenida Ilaló, una demanda social que ha sido orientada por medio de la Mancomunidad conformada por los gobiernos de Guangopolo, Alangasí y La Merced. En el escrito se hace hincapié en la solicitud remitida en el año 2011 en la que se instaba el mismo requerimiento, documento que no recibió una contestación escrita oficial; además se solicita extender una respuesta a las autoridades sobre las condiciones en las que se encuentra el proyecto de mejorar la avenida Ilaló.

Aunque recientemente en abril del 2017 se obtuvo una resolución por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) en la que se menciona un cambio de la carpeta asfáltica con siete metros de ancho, longitud desde El Tingo hasta La Merced y una intervención de cunetas, esta era muy limitada por esta razón se crea un taller de actualización del Plan de Movilidad Ilaló con presencia de representantes de la Administración Zonal Los Chillos, GAD's de La Merced-Alangasí, Foro Rural Ilaló y participación técnica de la Universidad Católica del Ecuador, en la que se obtuvo información para elaborar un anteproyecto arquitectónico-diseño para la avenida Ilaló y en diciembre del 2017 se entrega al EPMMOP (Iza, 2018).

En enero del 2018 se obtiene la resolución final donde se menciona el diseño final de la vía con una intervención de siete a nueve metros de ancho de cambio de carpeta asfáltica, 20 paradas de buses con bahías y consta a ser financiada con un crédito externo de \$ 4.094.297,92 como "Rehabilitación de la Avenida Ilaló, cercas y bahías 6,4 Km". Se espera por parte de la comunidad la aplicación de la ordenanza de movilidad 0194 con el fin de considerar como prioridad la caminata y el ciclismo en la vía. (Iza, 2018)

En la actualidad la avenida Ilaló se encuentra afectada por cambio de tubería de agua potable de ABC a PVC; además en la Tabla 26 se aprecia los daños en los diferentes tramos de la vía; a la vez en la Tabla 27 se observa el porcentaje de afectación en cada tramo, indicando en la Figura 21 los tramos con mayor daño y en la Figura 22 el daño total que ha afectado la vía ahora; además en la Tabla 28 se observa un resumen de la afectación por cada tipo de daño expresado en porcentaje resumido en la Figura 23. Verificando a través de un registro fotográfico en el Anexo 2.

Tabla 26.*Caracterización de los daños en el pavimento de la Av. Ilaló*

Tramo	Abscisa		Área de afectación según el tipo de daño en el pavimento (m ²)											Total (m ²)
			Fisuras						Deforma- ción	Pérdida de la capa de estructura			Daños superficiales	
	Desde	Hasta	Longitudinal	Transversal	De borde	En bloque	Piel de cocodrilo	Incipiente	Hundimien- to	Descasca- ramiento	Baches	Parche	Pérdida de agregado	
T1	0+000	0+500	0,0	31,2	0,0	501,1	343,0	0,0	6,5	0,7	2,8	31,6	0,0	916,9
T2	0+500	1+000	7,4	0,4	11,5	367,5	524,7	0,0	138,5	5,6	0,0	348,7	0,0	1404,2
T3	1+000	1+500	1,6	0,0	0,0	58,0	669,3	0,0	0,0	39,1	1,4	622,8	0,0	1392,2
T4	1+500	2+000	0,0	0,0	0,0	171,9	994,8	0,0	0,0	6,8	0,7	612,4	0,0	1786,5
T5	2+000	2+500	0,0	0,0	0,0	1139,0	269,4	0,0	4,8	4,0	0,3	815,0	0,0	2232,5
T6	2+500	3+000	0,0	0,0	0,0	1873,1	135,2	0,0	10,5	1,5	0,0	928,3	0,0	2948,7
T7	3+000	3+500	0,0	0,0	0,0	636,1	558,8	0,0	0,0	561,9	139,0	1123,4	0,0	3019,1
T8	3+500	4+000	0,0	0,0	0,0	2511,6	23,5	0,0	0,0	2,1	2,1	850,1	0,0	3389,4
T9	4+000	4+500	0,0	0,0	0,0	1036,9	345,1	0,0	1,2	3,1	7,8	2096,2	0,0	3490,3
T10	4+500	5+000	0,0	0,0	0,0	898,9	997,0	0,0	0,0	3,2	4,0	1562,4	0,0	3465,5
T11	5+000	5+500	0,0	0,0	0,0	360,5	891,8	0,0	0,0	0,8	3,8	1883,0	0,0	3140,0
T12	5+500	6+000	0,0	0,0	0,0	1061,5	233,5	0,0	4,3	2,1	0,4	1809,0	0,0	3110,8
T13	6+000	6+500	0,0	0,0	0,0	2607,9	155,4	0,0	0,0	0,5	0,4	761,8	0,0	3526,0
T14	6+500	7+000	130,5	1,9	0,0	60,3	0,0	98,0	44,1	0,0	0,4	0,0	0,0	335,2
T15	7+000	7+500	80,4	0,6	2,5	19,6	24,4	79,5	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	214,5
T16	7+500	8+000	62,4	7,4	0,0	8,4	0,0	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	101,7
T17	8+000	8+500	65,4	3,8	0,0	34,5	6,3	132,9	5,3	0,0	0,0	0,0	27,9	276,0
T18	8+500	9+120	55,9	3,9	0,0	42,7	4,9	156,1	0,0	4,9	14,0	0,0	0,0	282,4
Total			403,6	49,2	14,0	13389,4	6177,1	490,0	215,2	636,3	184,6	134444,8	27,9	35032,0

Tabla 27.
Resumen de afectación por daño en el pavimento de la Av. Ilaló

Tramo	Abscisa	Área (m²)	Porcentaje de afectación (%)
T1 (Tingo)	0+000 0+500	2400	38,21
T2	0+500 1+000	1900	73,91
T3	1+000 1+500	2150	64,75
T4	1+500 2+000	3000	59,55
T5	2+000 2+500	3000	74,42
T6	2+500 3+000	3000	98,29
T7	3+000 3+500	3500	86,26
T8	3+500 4+000	3600	94,15
T9	4+000 4+500	3600	96,95
T10	4+500 5+000	3600	96,26
T11	5+000 5+500	3200	98,12
T12	5+500 6+000	3200	97,21
T13 (La Merced)	6+000 6+500	3700	95,30
T14	6+500 7+000	3050	10,99
T15	7+000 7+500	3050	7,03
T16	7+500 8+000	3050	3,34
T17	8+000 8+500	3050	9,05
T18 (Cmpl. Ilaló)	8+500 9+120	3782	7,47

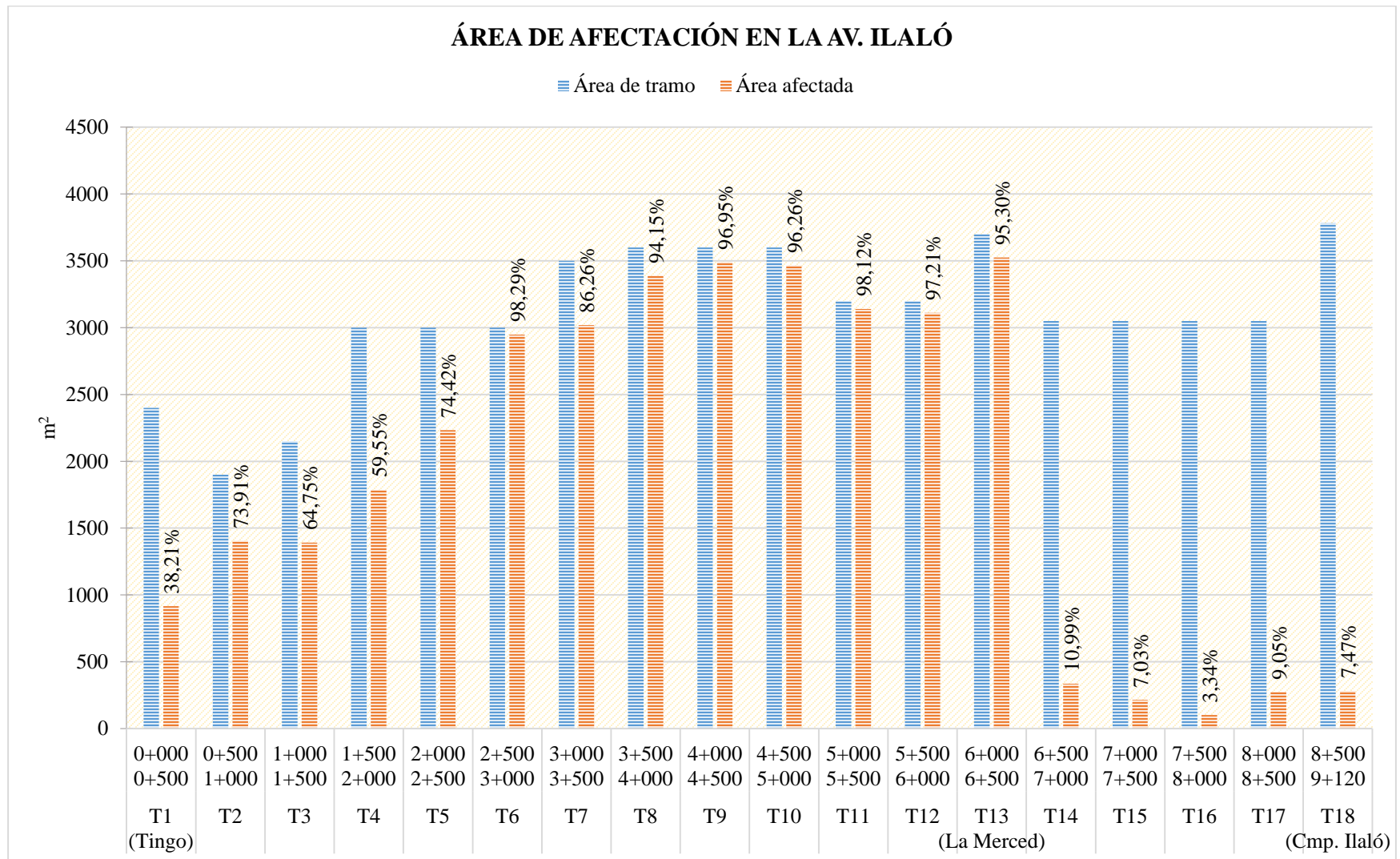


Figura 21. Afectación por daño de pavimento en cada tramo de la Av. Ilaló

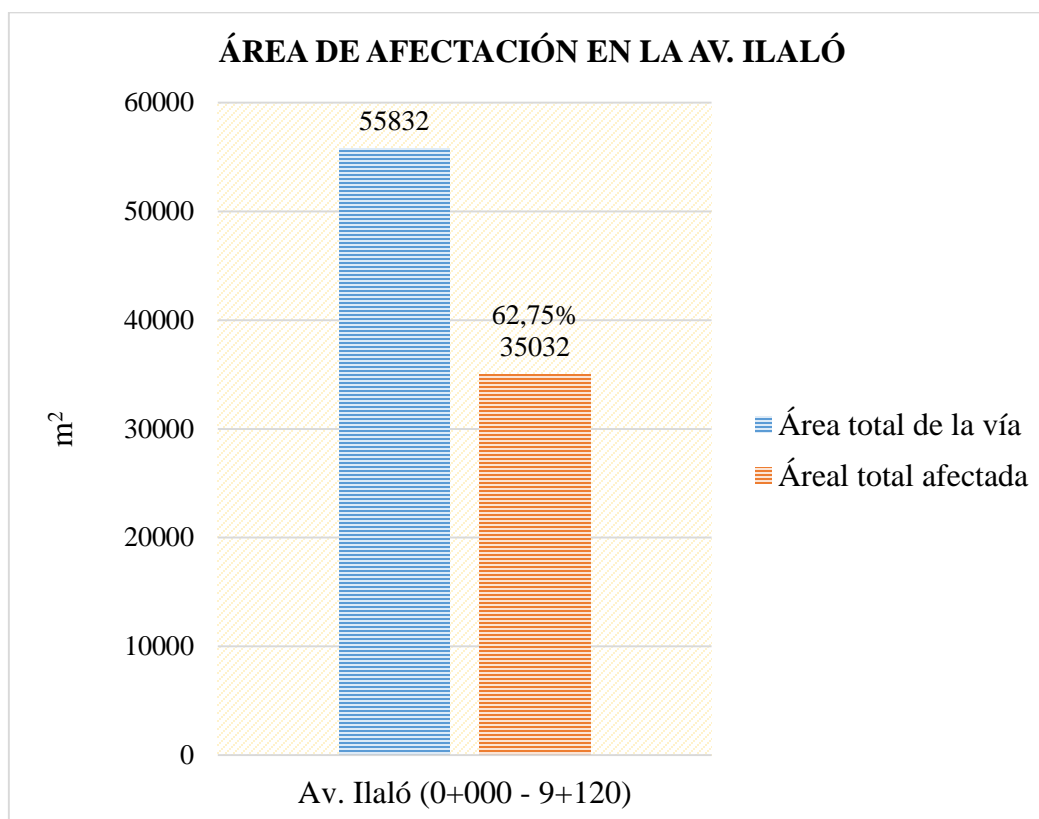


Figura 22. Daño total de afectación en la Av. Ilaló

Tabla 28.

Área de afectación según el tipo de daño en la Av. Ilaló

Tipo de daño en el pavimento		Área (m ²)	Porcentaje
Fisuras	Fisura Longitudinal	403,59	0,72%
	Fisura Transversal	49,16	0,09%
	Fisura de borde	14,00	0,03%
	Fisura en bloque	13389,43	23,98%
	Piel de cocodrilo	6177,05	11,06%
	Fisura incipiente	489,97	0,88%
Deformación	Hundimiento	215,15	0,39%
Pérdida de la capa de la estructura	Descascaramiento	636,30	1,14%
	Baches	184,57	0,33%
	Parche	13444,83	24,08%
Daños superficiales	Pérdida de agregado	27,93	0,05%

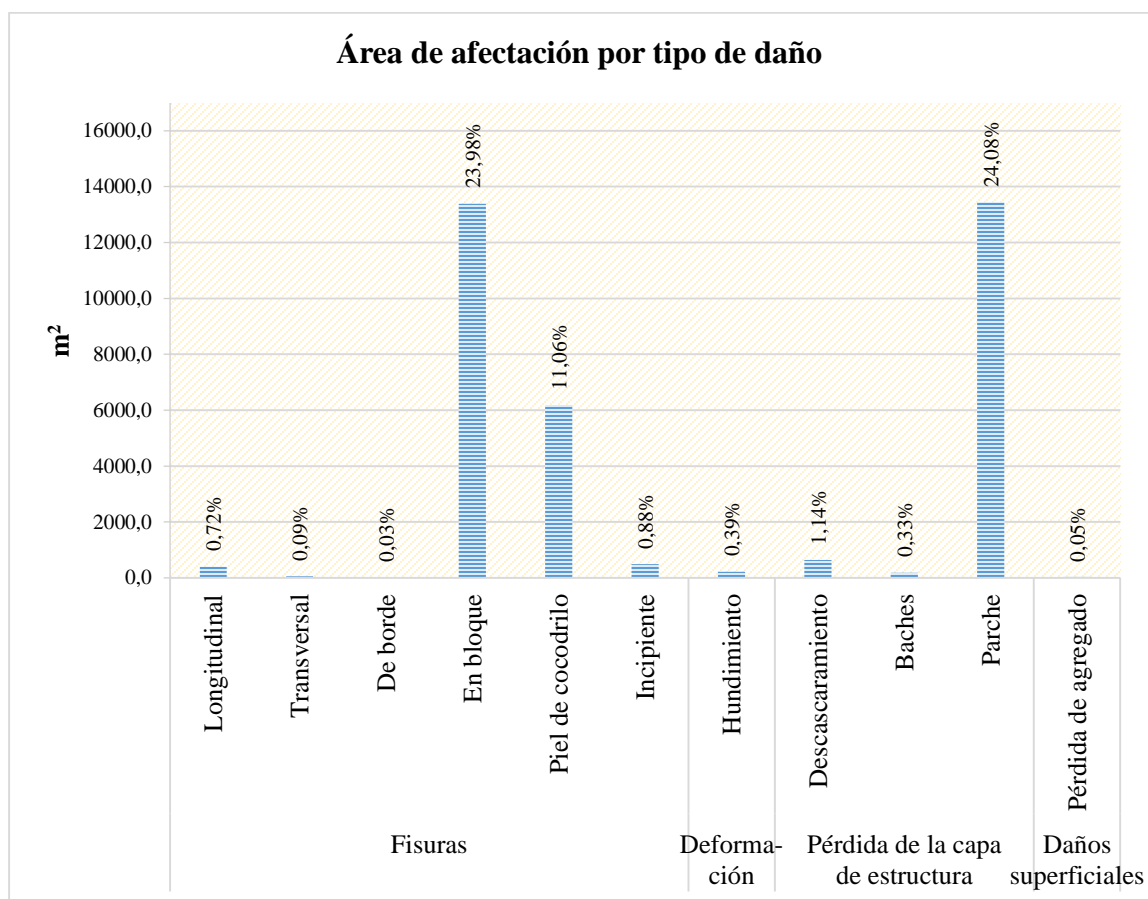


Figura 23. Tipos de daños presentes en la Av. Ilaló

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO

4.1. Análisis de la idea

Conforme al Consejo Metropolitano de Quito (2017), la ordenanza 0174 establece argumentos fundamentales para los proyectos cuyo objetivo sea la implementación de movilidad sostenible dentro de la ciudad capitalina; tomando en cuenta que esto permite disminuir la contaminación ambiental, mejora la salud y establece un espacio público más agradable favoreciendo el tránsito de peatones y ciclistas; además permite el desarrollo económico y turístico de la zona. Conjuntamente el estatuto considera artículos conforme a la ley que priorizan a la bicicleta y caminata como modos de transporte sostenible, entre estos se tiene:

- Artículo 415 de la Constitución de la república del Ecuador, determina que el Estado central y los GAD's motivaran el transporte terrestre no motorizado con la implementación de ciclovías.
- Artículo 2 de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) promueve como principio general la recuperación del espacio público para transporte no motorizado y peatonal.
- Artículo 204 de la LOTTTSV establece como derechos de los ciclistas el transitar de manera segura y privilegiada; asimismo contar con infraestructura adecuada para su circulación dentro de las ciudades y carreteras; además de disponer de estacionamientos para la bicicleta en lugares de uso público como estaciones de buses, terminales terrestres, etc.
- Artículo 103 y 104 del Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, tránsito y Seguridad Vial (RALOTTTSV) estipula que los GAD's se comprometen a realizar estudios de factibilidad para la implementación de ciclovías y su diseño conforme a la morfología de las ciudades.

Analizando la información mencionada se considera óptima la idea del presente proyecto, motivando el estudio de prefactibilidad para una ciclovía en la administración zonal valle de los chillos, con el fin de determinar cuan aceptable es la idea por parte de los involucrados y promover la idea de transporte sostenible en la parte rural del DMQ. Conjuntamente diseñar una ruta que se compagine con la morfología de la zona y cumpla con los parámetros propuestos por las distintas normas y ordenanzas de la ciudad; haciendo que las parroquias involucradas se conecten entre sí con un sistema de movilidad sostenible ideal. Además, se contempla los resultados obtenidos de 52 encuestas efímeras, Anexo 3, realizadas a los habitantes de la zona con el fin de conocer su opinión previa sobre la idea del presente proyecto. Indicando en primer lugar el número de habitantes encuestados en un punto específico de cada parroquia, Figura 24, donde existe mayor participación de hombres que mujeres, Figura 25, así como de gente adulta, Figura 26.

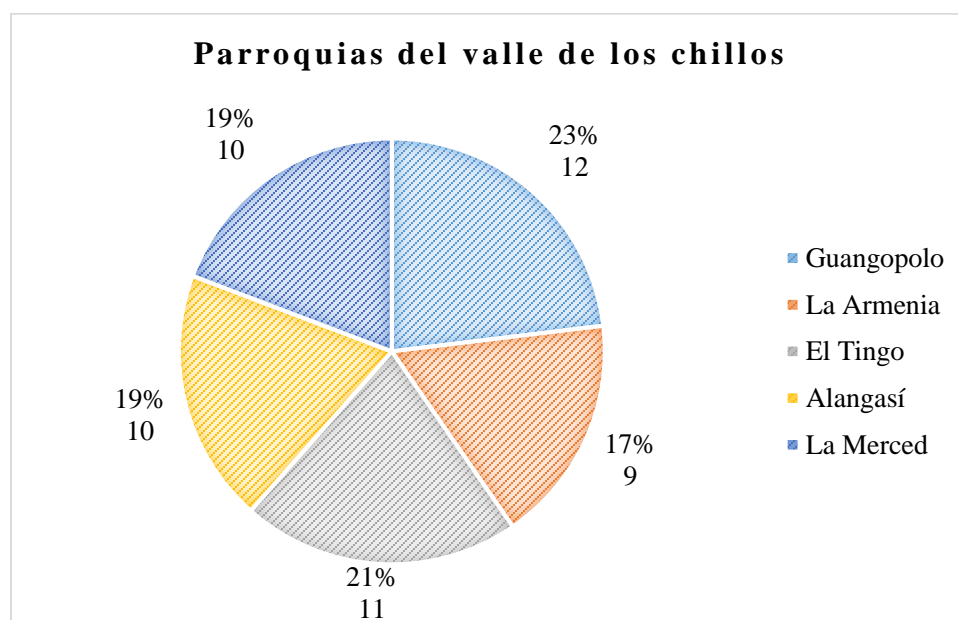


Figura 24. Encuestas en parroquias involucradas

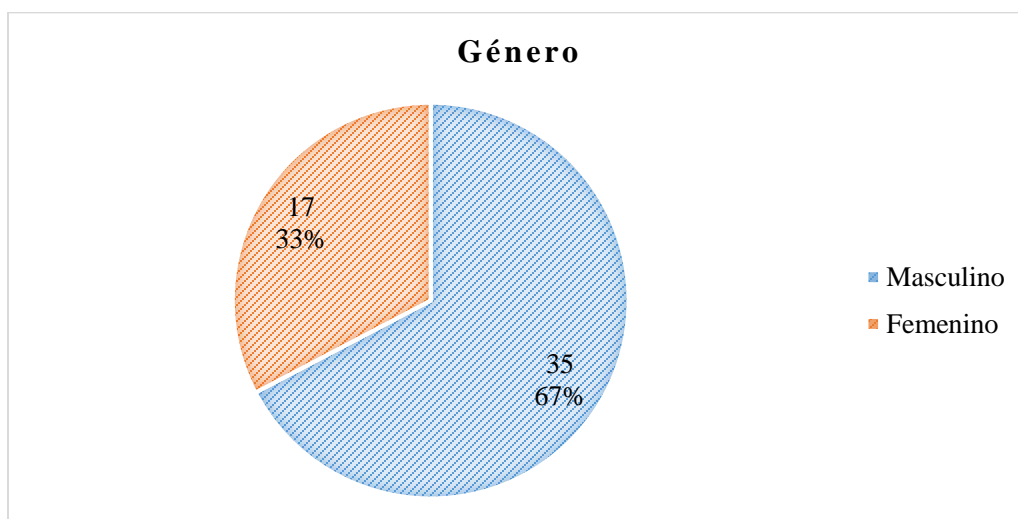


Figura 25. Porcentaje de género en encuestas efímeras

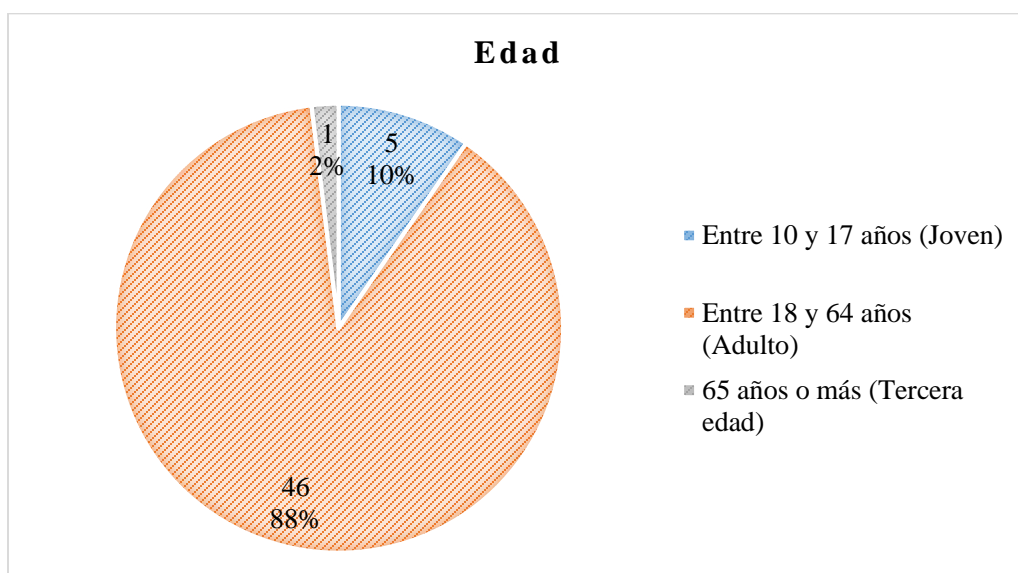


Figura 26. Porcentaje de edad en encuestas efímeras

Generando una aceptación inicial del 96% por parte de la población encuestada lo que es satisfactorio para el proyecto, Figura 27, además de existir un 63% de la población encuestada que se compromete a usar una ciclovía de 1 a 3 veces por semana si estuviera en condiciones óptimas, Figura 28.

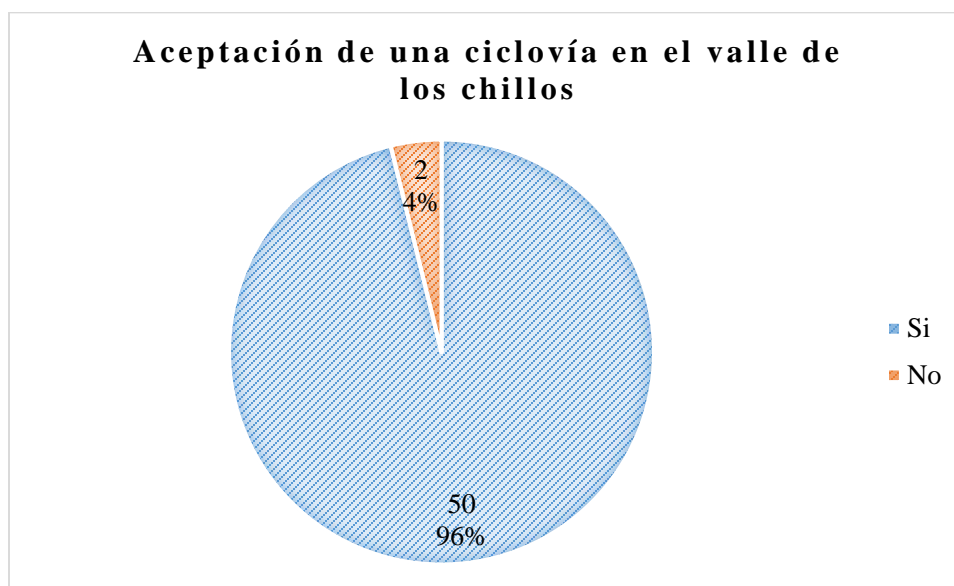


Figura 27. Porcentaje de aceptación en encuestas efímeras

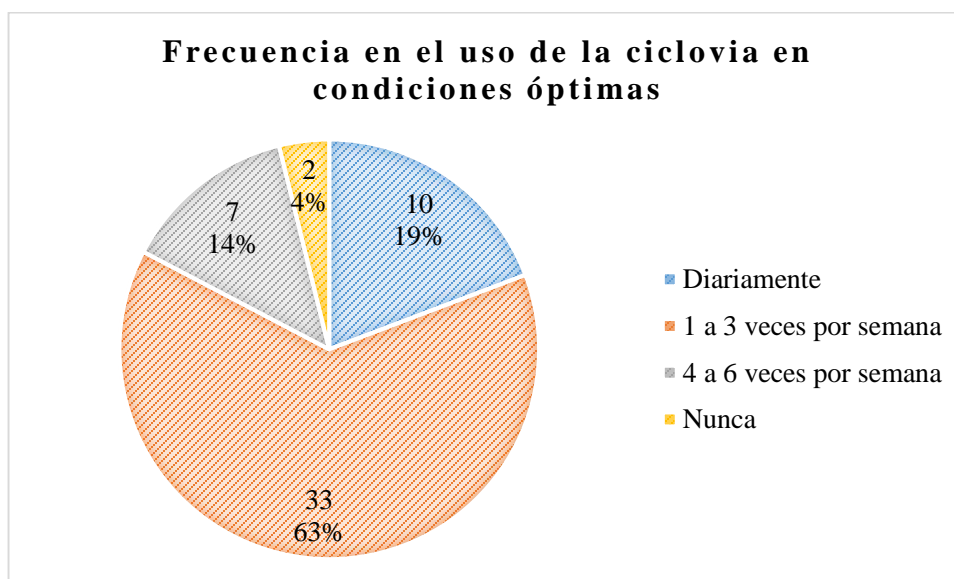


Figura 28. Frecuencia en el uso de la ciclovía

4.2. Encuestas origen destino

A fin de conocer y puntualizar con mayor exactitud la opinión de los involucrados en el presente proyecto se realiza una encuesta meticulosa, Anexo 3, con respecto a la oposición, apoyo y compromiso que puede provocar la implementación de la idea en la zona de estudio; además, se intenta describir a los grupos implicados de manera directa e indirecta, así como, la perspectiva de

los mismos en referencia a los problemas en el sistema de movilidad del sector y sus posibles soluciones. La encuesta permite conocer la aceptación del proyecto y su capacidad para motivar el empleo de la ciclovía como medio para el uso del transporte no motorizado.

La encuesta se realiza a una muestra de la población proyectada para el 2018 en la zona de estudio, valor que se obtiene de la Tabla 9. Según (Grande & Abascal, 2005) la ecuación utilizada para obtener el tamaño de la muestra en un muestreo aleatorio simple de una variable cualitativa es:

$$n = \frac{Nk^2PQ}{e^2(N - 1) + k^2PQ} \quad (5)$$

Donde,

n = Tamaño de la muestra

P = % posibilidad de éxito

N = Población

Q = % posibilidad de fracaso

e = error admisible

k = nivel de confianza

Entonces, para el proceso de encuestas con diferentes preguntas generalmente se considera el peor error admisible, donde la población es totalmente diversa y existe mayor posibilidad de error, para este caso se emplea un valor de P = 50% con un nivel de confianza del 95% y siendo el valor k igual a 1,96. Siendo el valor de Q la posibilidad de fracaso Q = P, garantizando de este modo que se obtendrá el mayor tamaño de muestra posible (Grande & Abascal, 2005). Se tiene entonces para el proyecto:

$$n = \frac{141.495 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(141.495 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = \frac{135.891,798}{354,696} = 383 \text{ encuestas}$$

4.2.1. Procesamiento de datos

Al aplicar la encuesta a un total de 386 personas dentro de la zona de estudio se conoce que fue equitativo el número de encuestas según el género, con un 53% hombres y 47% mujeres, Figura 29, donde el 88% se orienta a personas adultas (entre 18 y 64 años), Figura 30. Y cuyo medio transporte más utilizado es el bus llegando a obtener un 72% del total de personas encuestadas, haciendo evidente la falta de espacio seguro para ciclistas y peatones en el traslado interparroquial, Figura 31.

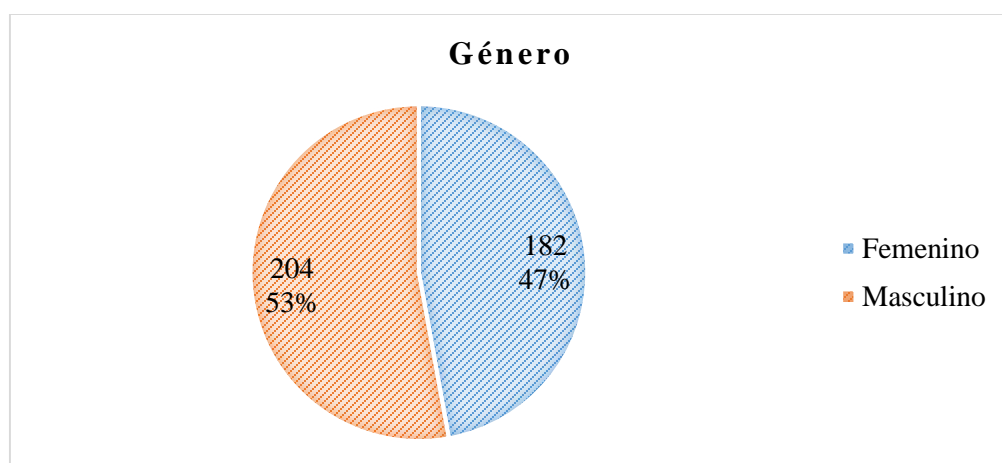


Figura 29. Número de personas encuestadas de acuerdo al género

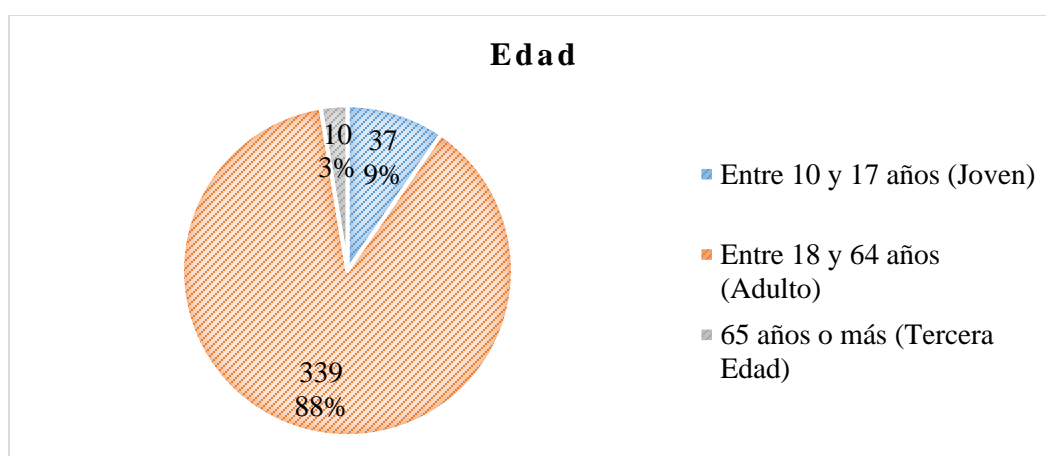


Figura 30. Rango de edad de las personas encuestada

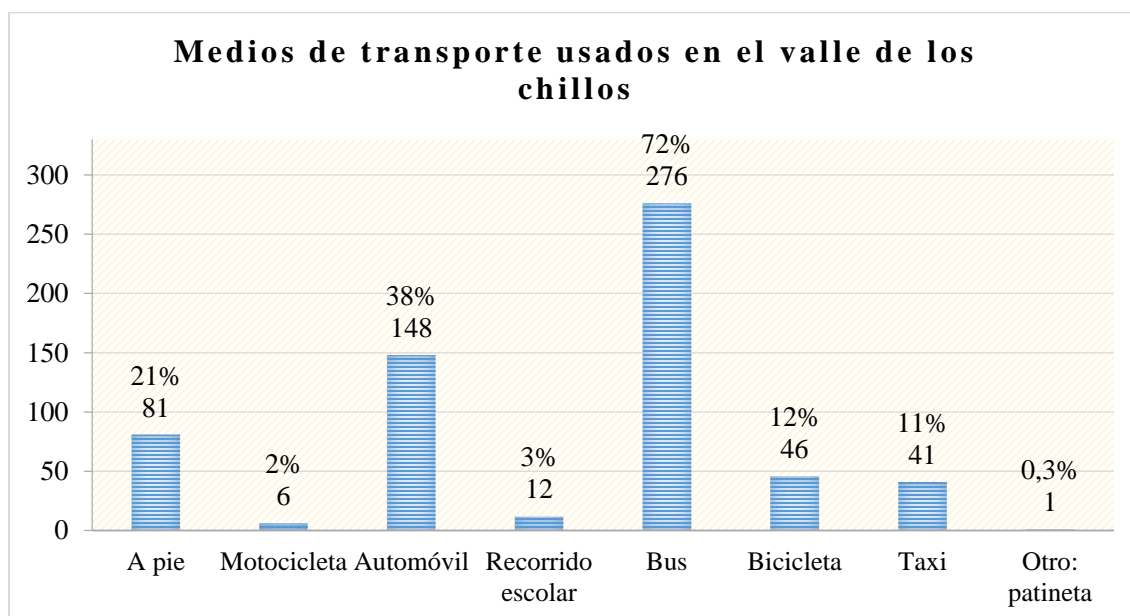


Figura 31. Medios de transporte de uso común por las personas encuestadas

Con respecto a la creación de una ciclovía como una idea óptima, el 90% de personas encuestadas considero aceptable el planteamiento de una ciclovía en el Valle de Los Chillos, Figura 32.

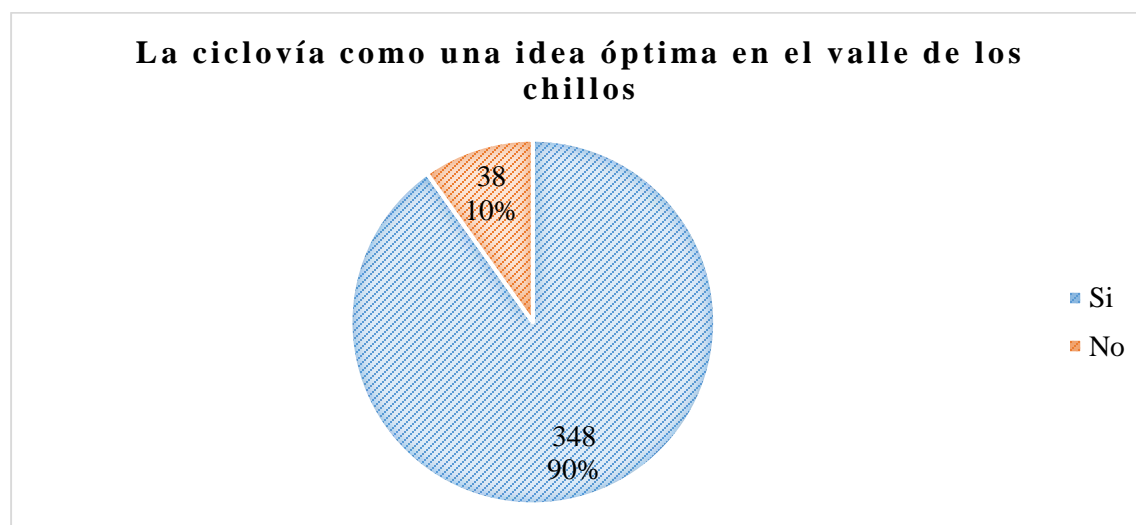


Figura 32. Aceptación de la ciclovía en las personas encuestadas

Al contemplar la aceptación de la ciclo vía se da a conocer el compromiso de la sociedad en hacer uso de la misma, por lo que el 81% está de acuerdo en utilizarla si se encontrara en condiciones óptimas, Figura 33, tomando en cuenta además que el 52% de personas la usará con mayor frecuencia los fines de semana Figura 34, y su aprovechamiento estará orientado hacia el deporte y la recreación, Figura 35.

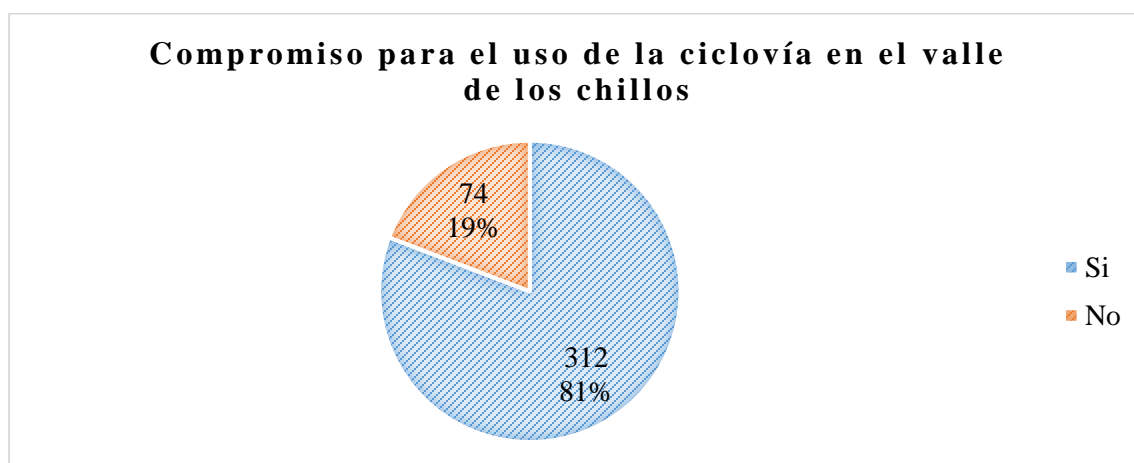


Figura 33. Uso de la ciclo vía si estuviera en óptimas condiciones

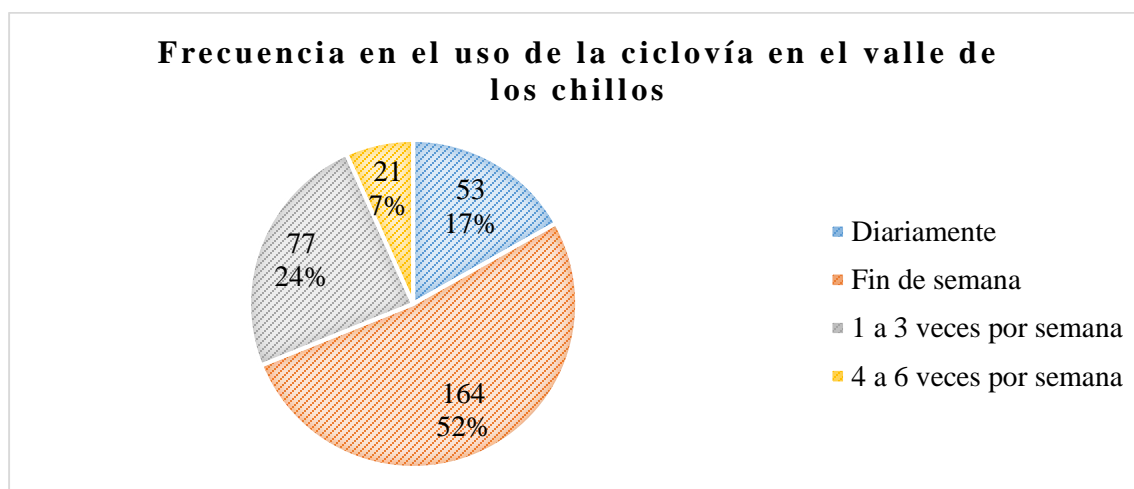


Figura 34. Uso frecuente de acuerdo a las personas encuestadas

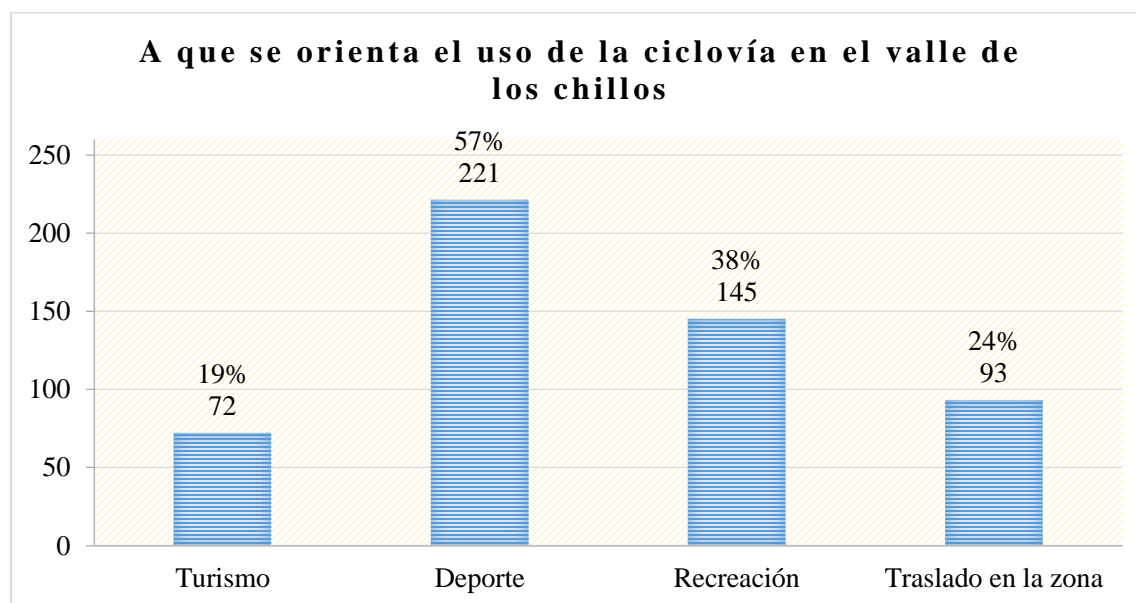


Figura 35. Propósitos a los que se orientan el uso de la ciclovía

4.3. Análisis de interés - influencia

Esta metodología resulta particularmente útil debido a que: permite identificar a los involucrados en el proyecto, conocer la manera en la que se comprometen con la idea, definir los problemas a los que se enfrenta el proyecto con respecto a la percepción de los implicados y la incidencia que causa su comportamiento. Además se establece la postura de la gente frente a la idea y se conoce los grupos de interés que más influyen en el proyecto (International Institute for Environment and Development, 2005). Para lograr establecer todos los parámetros ya mencionados con respecto a los involucrados se tiene distintas herramientas que se muestran a continuación.

4.3.1. Cuadro de involucrados

Al realizar un diagnóstico para un proyecto social se debe tener en cuenta la opinión de las personas implicadas a través de un “Cuadro de involucrados”, donde se da a conocer los puntos de vista de los grupos sociales (beneficiarios, perjudicados, etc.) y organizaciones relacionadas con el proyecto. En los diferentes grupos y organizaciones es necesario conocer sus intereses, la forma en la que perciben el problema y como estarían dispuestos a colaborar en cualquiera de las etapas del proyecto, (Miranda Miranda, 2010). En la Tabla 29 se muestra el cuadro de involucrados en relación al proyecto, resultado de encuestas a personas dentro de la zona y entrevistas aplicadas a comerciantes, conductores de servicio de camionetas, grupo de ciclistas y organizaciones como: GAD`s municipales y Administración zonal.

Tabla 29.
Cuadro de involucrados

Grupo de involucrados	Intereses en común	Intereses	Problemas percibidos en común	Problemas percibidos	Recursos y mandatos
Habitantes	- Incrementar el turismo - Disminuir la contaminación - Disminuir la congestión vehicular	- Difundir el deporte - Entrenar de forma segura - Respeto al ciclista	- Disminución del espacio para el uso de automóviles - Disminución de estacionamientos temporales - Ninguno	- Aumento de la delincuencia - Alta carga vehicular - Deterioro en las vías	- Compromiso en hacer uso de la ciclo vía - Respaldo un proyecto de una ciclo vía con firmas
Habitantes y estudiantes	- Tener un espacio público más agradable	- Ninguno	- Descontento en los pobladores	- Ninguno	- Motivar el uso de la ciclo vía a familia y amigos
Habitantes y trabajadores	- Incrementar la actividad comercial - Mejorar la salud	- Estimular el deporte - Aumentar y mejorar los servicios prestados en la zona	- Dificultad en el ingreso a viviendas y negocios - Daño a la propiedad - Incremento de accidentes de ciclistas y peatones	- No existe cultura de respeto para el peatón y el ciclista - Los estacionamientos de cooperativas de taxis y camionetas interrumpen la	- Contestar entrevistas - Socializar el proyecto de una ciclo vía

Continúa →

	<ul style="list-style-type: none"> - Tener un ahorro económico y de tiempo al trasladarse - Mayor seguridad - Recreación 		<ul style="list-style-type: none"> - Incomodidad al movilizarse - Imprudencia e irrespeto de los usuarios en las vías - Falta de espacio seguro para el ciclista y peatón - Contaminación ambiental - Dificultad de movilidad en el sector 	circulación de la vía	
Turistas		<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar y facilitar la actividad física 		<ul style="list-style-type: none"> - La vía es demasiado angosta para una ciclo vía - Deterioro en las vías 	
Deportistas		<ul style="list-style-type: none"> - Mantener activa a la población - Estimular el deporte - Respeto al ciclista - Incentivar y facilitar la actividad física 		<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en las vías 	
Ciclistas (Grupo Pedaleadas)	<ul style="list-style-type: none"> - Tener una ciclo vía segura para realizar deporte 		<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de accidentes debido al uso de los bordes de vías para entrenar semanalmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso al buen uso de la 	

Continúa →

Nocturnas en el Valle de Los Chillos)	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir la contaminación ambiental - Mejorar la salud 		<ul style="list-style-type: none"> - ciclovia en caso de existir - Hacer publicidad a través de una organización entre deportistas del sector
Comerciantes	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de turistas - Ampliación de la vía - Aumento de señalética, semáforos y rompe velocidades - Mayor vigilancia policial 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de semáforos - Falta de señalética - Tráfico vehicular en horas pico - Expropiación de viviendas y negocios - Destrucción de obras públicas debido a la falta de cultura en las personas - Disminución de estacionamientos temporales vehiculares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Socialización del proyecto de ciclovia con los clientes y la directiva del barrio
Choferes de camionetas	<ul style="list-style-type: none"> - Existir un espacio seguro y exclusivo para ciclistas y peatones 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de mantenimiento en las vías principalmente en la Av. Ilaló - Deterioro de las vías 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptación del servicio

Continúa →

	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de clientes - Mejoraría el servicio que ofrece 	<ul style="list-style-type: none"> - Cierre de vías por problemas en el sector - Mayor gasto en repuestos y gasolina debido a las vías en mal estado - Inconvenientes con los ciclistas y peatones porque no tienen un lugar seguro para transitar y ocupan los bordes de las vías 	para trasladar a ciclistas
Dueños de terrenos a expropiar	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un contrato conveniente por el área expropiada 	<ul style="list-style-type: none"> - Poco espacio de veredas para el tránsito de peatones - Interrupción en el ingreso a la vivienda por los vehículos estacionados en el borde la vía - Alta demanda de vehículos en horas pico 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un acuerdo flexible al momento de expropiar
GAD Guangopolo (Abg. Marco Cumanicho)	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de la vía 2 de agosto (Intervalles) a 4 carriles tomando en cuenta el diseño de una ciclovia compartida con señalética - Mejorar la salud de los ciudadanos - Reducción de tráfico vehicular 	<ul style="list-style-type: none"> - Molestias y descontento de los pobladores debido a expropiaciones por ampliación de la vía - Recursos limitados para ampliación de vías 	<ul style="list-style-type: none"> - Dialogo con los moradores para socializar el proyecto de la ciclovia - Apoyo en la planificación del proyecto

Continúa →

	<ul style="list-style-type: none"> – Convertir a la parroquia en un potencial turístico – Mantener la biodiversidad de la zona – Mayores unidades del servicio público – Mejorar el sendero que lleva a las faldas del Ilaló para caminatas y ciclismo 		<ul style="list-style-type: none"> – Interés en los estudios de prefactibilidad del proyecto
GAD Alangasí (Sr. Luis Morales)	<ul style="list-style-type: none"> – Tener una ciclovía que brinde un espacio seguro para la movilidad y recreación de la gente del sector – Motivar el uso de la bicicleta que fomente la socialización entre la comunidad e incentive el deporte para mejorar la salud 	<ul style="list-style-type: none"> – Poco mantenimiento vial – Interrupciones en las vías por obras de alcantarillado y agua potable – Dificultad al considerar una ciclovía en la rehabilitación de la Av. Ilaló debido al limitado presupuesto – Poco interés de la población en el uso de la bicicleta como medio de transporte – Poca descentralización financiera 	<ul style="list-style-type: none"> – Socialización del proyecto – Gestión durante el proyecto
GAD La Merced (Sra.)	<ul style="list-style-type: none"> – Rehabilitación y ampliación de la Av. Ilaló incluyendo veredas, 	<ul style="list-style-type: none"> – Inconvenientes en el transporte público, ciclistas y vehículos privados 	<ul style="list-style-type: none"> – Gestión del proyecto

Continúa →

Rosa Chuquimarca)	<p>bahías de buses y ciclovia exclusiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor planificación en el sistema vial del sector - Aumentar el turismo en la zona con la creación de una ciclovia en la Av. Ilaló 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de movilidad incompleto - No se cumple con la ordenanza N° 0194 - No existe presupuesto para la rehabilitación total de las vías - El ciclismo se da en las noches debido a que la zona no cuenta con un lugar seguro para la circulación de ciclistas - Descontento en los pobladores en caso de expropiación por la rehabilitación de la vía 	<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso en la colocación de señalética para una ciclovia compartida
Administración zonal Valle de Los Chillos (Ivonne Endara)	<ul style="list-style-type: none"> - Repotenciar el turismo tomando en cuenta como una alternativa la creación de una ciclovia en la Av. Ilaló e Intervalles. - Facilitar el uso de medios de transporte no motorizado a través de una ciclovia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de vías considerando únicamente a vehículos motorizados sin proyecciones de ampliación a futuro. - Daño en las vías generadas por aspectos climáticos y poco mantenimiento. - Falta de presupuesto para ejecución de la repavimentación en la Av. Ilaló. - No existe una alternativa segura de ciclovia para el transporte de la comunidad. - Falta de cultura para adaptarse a un medio de transporte no motorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar datos técnicos para dar viabilidad a los estudios del proyecto. - Realizar campañas que motiven el uso de la ciclovia.

4.3.2. Matriz de involucrados

Consiste en una agrupación de involucrados con diferentes niveles de interés e influencia que facilita determinar la actitud de la gente frente a determinada situación; además permite establecer que grupo tiene mayor influencia dentro de un proyecto (Mulder, 2007). En primer lugar se asigna un puntaje de acuerdo a la opinión de cada uno de los involucrados en el que se interpreta el interés e influencia respecto al proyecto, Tabla 30, continuando con una representación gráfica por medio de un plano cartesiano según la valoración de cada implicado, Figura 36.

Tabla 30.
Valoración de Interés e Influencia

Puntaje	Interés e Influencia
0	Nada
1	Poco
2	Bastante
3	Mucho

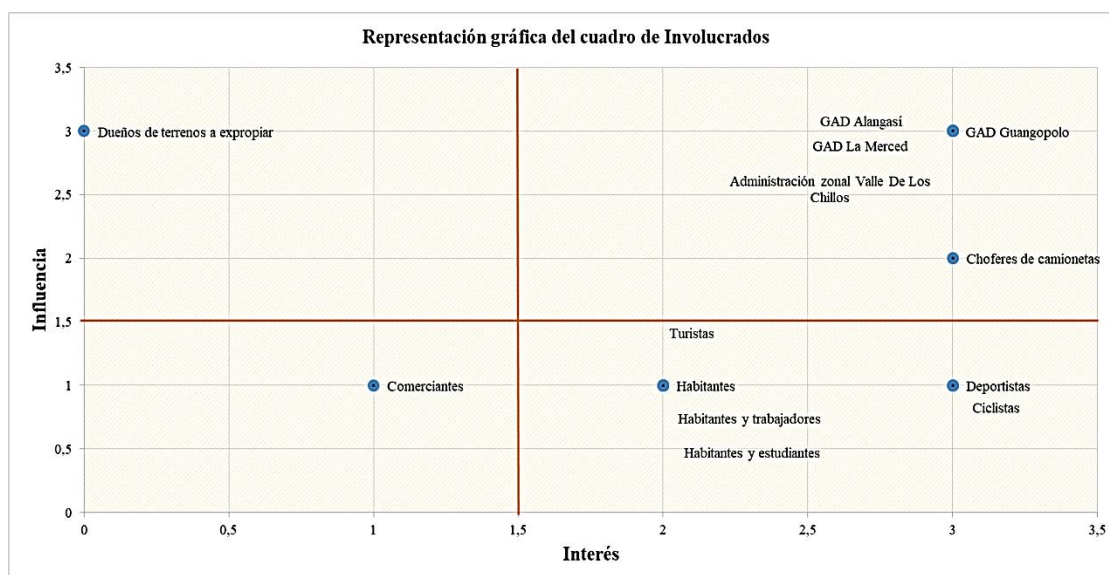


Figura 36. Plano cartesiano de involucrados

En la Figura 37 se identifica los cuatro grupos del proyecto dentro de la matriz: los grupos claves (D) son personas con gran influencia y que permiten dar posibles soluciones, grupos de interés mínimo (A) tienen escasa conciencia por la idea y no generan soluciones, grupo de generación de conciencia (C) tienen la manera de influenciar la situación pero poco interés de hacerlo y el grupo de expresión e influencia (B) no cuenta con la suficiente capacidad de influir en el proyecto pero tiene interés en aportar soluciones futuras.

		Interés	
		Bajo	Alto
Influencia	Bajo	(A) Comerciantes	(B) Habitantes Deportistas Estudiantes Trabajadores Turistas Grupos de ciclistas
	Alto	(C) Pequeños propietarios de terrenos a expropiar	(D) GAD Guango polo GAD Alangasí GAD La Merced Cooperativa de Camionetas Administración zonal Los Chillos

Figura 37. Matriz de interés e influencia del proyecto

4.4. Identificación del problema

4.4.1. Matriz de Vester

Según Puentes Montañez (2011) consiste en un formato de doble entrada en donde se coloca los problemas tanto en las columnas como en las filas, permitiendo identificar el problema principal y sus consecuencias, así como, las causas que lo producen, a partir de una valoración de relación de causalidad entre problemas, Tabla 31.

Tabla 31.
Valoración de relación de causalidad matriz de Vester

Puntaje	Relación de causalidad
3	Muy Directa
2	Medianamente directa
1	Indirecta
0	No existe relación

Fuente: (Puentes Montañez, 2011)

En la Tabla 32 se identifica la matriz de Vester del proyecto la que se observa los problemas que se relacionan con la situación actual, la suma del puntaje a nivel horizontal representa la actividad y la suma vertical representa la pasividad. Un problema con alto valor de actividad como la “Dificultad de movilidad en el sector” es el principal causante de otros problemas y con esto identificar los de mayor o menor grado de causalidad, categorizándolos como:

- Problemas críticos. - Un alto valor de activo y pasivo.
- Problemas activos. - Alta valor activo y bajo valor pasivo.
- Problemas pasivos. - Alto valor pasivo y un alto valor activo.
- Problemas indiferentes. - Bajo valor pasivo y activo.

Tabla 32.*Matriz de Vester referente al proyecto*

Causa	Poco espacio seguro para el ciclista y peatón	Accidentes de ciclistas y peatones	Contaminación ambiental	Dificultad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector	Mayor uso de automotores	Deterioro en las vías	Poco respeto para el peatón y el ciclista por parte de los conductores	Interrupción en las vías por estacionamientos temporales de vehículos	Pocas señales de tránsito	Total activos
Poco espacio seguro para el ciclista y peatón		3	1	3	2	1	2	1	0	13
Accidentes de ciclistas y peatones	0		0	1	2	0	0	0	0	3
Contaminación ambiental	0	0		1	0	0	0	0	0	1
Dificultad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector	2	3	1		3	1	3	1	0	14
Mayor uso de automotores	1	1	2	2		2	1	1	0	10
Deterioro en las vías	0	1	0	3	0		0	1	2	7
Poco respeto para el peatón y el ciclista por parte de los conductores	3	2	0	1	2	0		0	0	8
Interrupción en las vías por estacionamientos temporales de vehículos	0	2	0	3	0	1	2		0	8
Pocas señales de tránsito	1	3	0	2	0	0	2	0		8
Total pasivos	7	15	4	16	9	5	10	4	2	

Se representa la matriz de Vester por medio de un plano cartesiano, donde se coloca como abscisas los valores activos y ordenadas los valores pasivos, se traza una línea paralela al eje “y” que tendrá un valor equivalente a la mitad del máximo valor activo en la matriz de Vester, de igual forma se aplica para el eje x, pero con valores pasivos. Los problemas que se ubican en el cuadrante superior izquierdo son los problemas pasivos; los del cuadrante superior derecho problemas críticos; los del cuadrante inferior izquierdo problemas indiferentes y el cuadrante inferior derecho problemas activos (Puentes Montañez, 2011). Se da a conocer de mejor forma el problema central “Dificultad de movilidad en el sector” (problema crítico), así como los problemas en relación al mismo en la Figura 38.

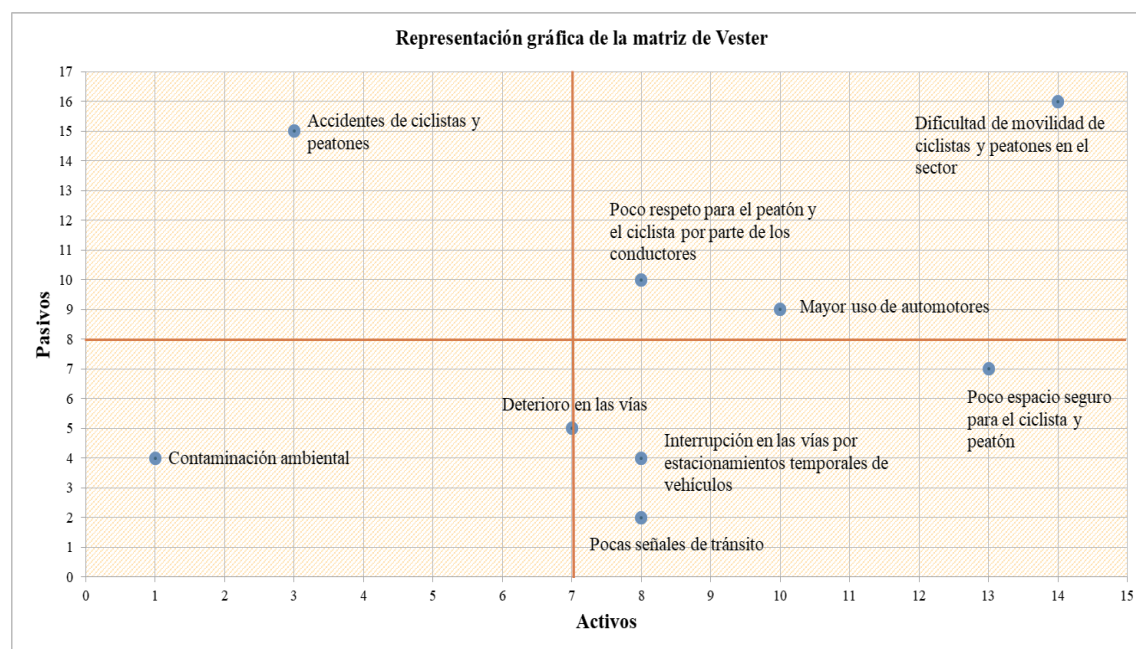


Figura 38. Plano cartesiano de la matriz de Vester

4.4.2. Árbol de problemas

Es un método que esquematiza y resume de manera más adecuada los problemas en torno al proyecto; además, permite la comprensión e identificación de la situación actual (Ortegón, Pacheco, & Roura, 2005). Mediante la Matriz de Vester se facilita jerarquizar a los problemas en la representación de un árbol de problemas, identificando el problema central y a los restantes según su relación de causa-efecto. En base a los valores obtenidos de la matriz se considera al

tronco del árbol al problema más crítico y el resto de problemas críticos constituyen las causas primarias; mientras que los activos se vinculan con las causas secundarias formando así las raíces del árbol y las ramas se forman de los problemas pasivos considerados consecuencias (Puentes Montañez, 2011). En la Figura 39 se identifica el árbol de problemas en relación a la situación actual del proyecto identificando los problemas principales a través del plano cartesiano de la matriz de Vester Figura 38, y los problemas secundarios obtenidos según las entrevistas y encuestas realizadas a los involucrados. Se enlista a continuación los problemas obtenidos:

- A. Dificultad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector
- B. Deterioro en las vías
- C. Alta carga vehicular
- D. Interrupción en las vías por estacionamientos temporales de vehículos
- E. Poco espacio seguro para la circulación de ciclistas y peatones
- F. Accidentes de ciclistas y peatones
- G. Poco respeto para el peatón y el ciclista por parte de los conductores
- H. Disminución de la calidad de vida de las personas
- I. Poco conocimiento sobre las leyes para la movilidad de transporte sostenible
- J. Educación vial ineficiente
- K. Espacio limitado en el ancho de la vía
- L. Limitados estudios para el diseño de ciclovías
- M. Bajo financiamiento dirigido a mantenimiento vial
- N. Incremento en gastos de mantenimiento en medios de transporte motorizado
- O. Pocas señales de tránsito
- P. Mayor uso de automotores
- Q. Congestionamiento vehicular
- R. Accidentes de transporte motorizado
- S. Desinterés en el uso de medios de transporte sostenible
- T. Desmotivación para realizar ejercicio físico
- U. Turismo reducido
- V. Dificultad para la recreación
- W. Poco interés en proyectos de transporte sostenible

- X. Bajo financiamiento para señalización vial
- Y. Gestión inadecuada de las autoridades gubernamentales para mantenimiento vial
- Z. Desestimación de la ciclovía dentro del sistema vial de transporte
- AA. Insuficientes proyectos sobre ciclovías en la zona de estudio

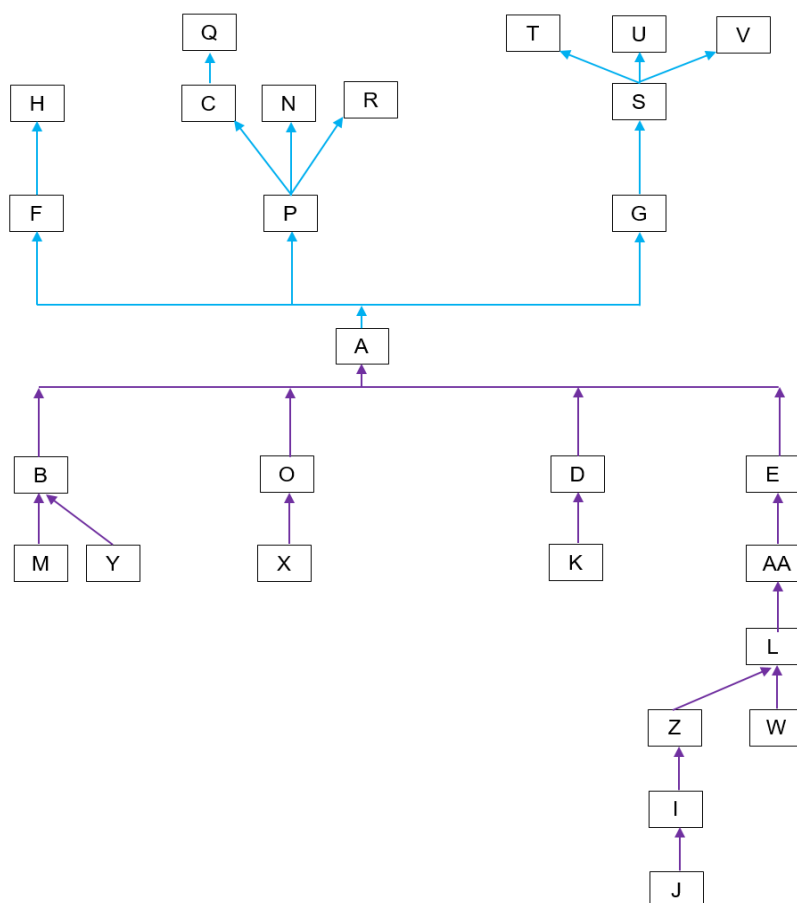


Figura 39. Árbol de problemas

4.5. Situación futura deseada

4.5.1. Árbol de objetivos

Para determinar una posible solución a las dificultades identificadas en el árbol de problemas se establece un árbol de objetivos, haciendo de lo negativo algo positivo a fin de establecer una estrategia de intervención a los problemas presentes en el proyecto (Caracciolo Basco, 2000).

Se presenta a continuación los objetivos establecidos cuyo esquema es idéntico a la Figura 39, se procura que los objetivos sean alcanzables con los medios y condiciones disponibles para el proyecto.

- A. Facilidad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector
- B. Mantenimiento continuo en las vías
- C. Reducción de la carga vehicular
- D. Adaptación de estacionamientos adecuados para vehículos
- E. Espacio seguro para la circulación de ciclistas y peatones
- F. Disminución de accidentes de ciclistas y peatones
- G. Respeto para el peatón y el ciclista por parte de los conductores
- H. Mejor calidad de vida de las personas
 - I. Mayor conocimiento sobre las leyes para la movilidad de transporte sostenible
 - J. Mejorar la educación vial
- K. Ancho de vía apto para la circulación de vehículos
- L. Estudios para el diseño de ciclovías
- M. Mayor financiamiento dirigido a mantenimiento vial
- N. Menor gasto en mantenimiento de medios de transporte motorizado
- O. Señalización de tránsito adecuada y óptima
- P. Menor uso de automotores
- Q. Disminución del congestionamiento vehicular
- R. Reducción de accidentes de transporte motorizado
- S. Mayor interés en el uso de medios de transporte sostenible
- T. Incremento de ejercicio físico de la población
- U. Aumento del turismo
- V. Facilidad para la recreación
- W. Mayor interés en proyectos de transporte sostenible
- X. Mayor financiamiento para señalización vial
- Y. Adecuada gestión de las autoridades gubernamentales para mantenimiento vial
- Z. Mayor estimación de la ciclovía dentro del sistema vial de transporte
- AA. Mayor cantidad de proyectos sobre ciclovía en la zona de estudio

4.5.2. Alternativas del proyecto

Una vez que se ha realizado el árbol de objetivos se da paso a la identificación y selección de un grupo de objetivos para formar estrategias que ayudan al desarrollo del proyecto. Las alternativas planteadas se orientan al aspecto técnico, social y cultural; que se analizan bajo criterios relacionados al proyecto, de tal forma que se escoja la mejor alternativa para la ejecución del mismo.

4.5.2.1. Alternativa social y cultural

Se selecciona aquellos objetivos relacionados al comportamiento de la sociedad si el proyecto se llevará a cabo, Figura 40, de tal forma que genere un impacto en el estilo de vida de los involucrados como lo son:

- A. Facilidad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector
- B. Respeto para el peatón y el ciclista por parte de los conductores
- C. Mejor calidad de vida de las personas
- D. Mayor conocimiento sobre las leyes para la movilidad de transporte sostenible
- E. Mejorar la educación vial
- F. Menor uso de automotores
- G. Disminución del congestionamiento vehicular
- H. Mayor interés en el uso de medios de transporte sostenible
- I. Incremento de ejercicio físico de la población
- J. Aumento del turismo
- K. Facilidad para la recreación
- L. Mayor interés en proyectos de transporte sostenible
- M. Adecuada gestión de las autoridades gubernamentales para mantenimiento vial
- N. Mayor estimación de la ciclovía dentro del sistema vial de transporte
- O. Mayor cantidad de proyectos sobre ciclovía en la zona de estudio

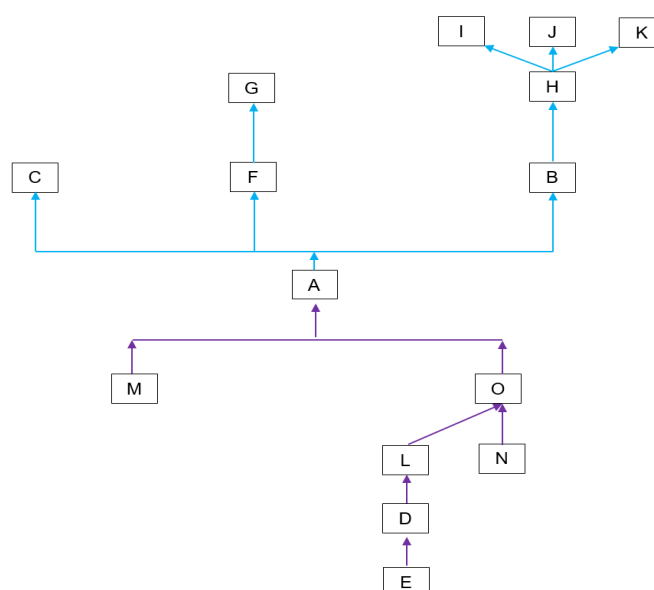


Figura 40. Alternativa social y cultural

A continuación se analiza cada objetivo de la alternativa social y cultural, Tabla 33, con respecto a criterios propios en relación a una escala de puntuación donde 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto; siendo el valor de 3 el equivalente al 100% de la calificación máxima total.

Tabla 33.

Análisis de alternativa social y cultural

Alternativa 1																			
Criterio	Peso	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Prom. total	Ponderada	Calif. Máx
Probabilidad de ejecución	30%	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1,80	0,54	0,9
Número de involucrados beneficiados	25%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	0,75	0,75
Mejor calidad de vida	5%	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,93	0,15	0,15
Incremento turístico	5%	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3	1,87	0,09	0,15
Disponibilidad de recursos	10%	1	3	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	1	2	2	1,73	0,17	0,3
Interés Institucional	10%	1	2	3	3	3	1	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2,33	0,23	0,3
Costo	10%	1	3	2	3	2	1	1	3	3	1	2	3	1	1	1	1,87	0,19	0,3
Impacto ambiental	5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2,93	0,15	0,15
Total	100%																	2,27	3,00
Calificación																		76%	100%

De la alternativa social y cultural se obtiene una calificación del 76% siendo aparentemente factible la alternativa; sin embargo, es necesario analizar y comparar con la alternativa técnica bajo los mismos criterios.

4.5.2.2. Alternativa técnica

Se ha seleccionado aquel grupo de objetivos orientados al desarrollo del proyecto que indiquen soluciones técnicas pertinentes a la problemática planteada, Figura 41.

- A. Facilidad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector
- B. Mantenimiento continuo en las vías
- C. Reducción de la carga vehicular
- D. Adaptación de estacionamientos adecuados para vehículos
- E. Espacio seguro para la circulación de ciclistas y peatones
- F. Disminución de accidentes de ciclistas y peatones
- G. Adaptación de las vías en función a la Ordenanza Metropolitana N° 0172
- H. Estudios de prefactibilidad para el diseño de ciclovías
- I. Mantenimiento vial previo a la implementación de ciclovías
- J. Menor gasto en mantenimiento de medios de transporte motorizado
- K. Señalización de tránsito adecuada y óptima
- L. Reducción de accidentes de transporte motorizado
- M. Señalización vertical y horizontal óptima para ciclovía
- N. Menor uso de automotores

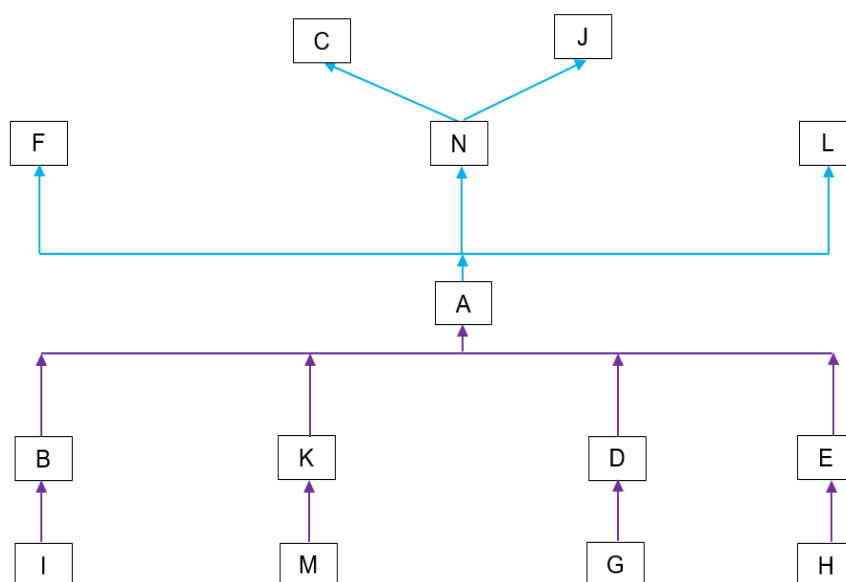


Figura 41. Alternativa técnica

Se analiza la alternativa técnica en base a la misma metodología aplicada para los objetivos de la alternativa social y cultural, Tabla 34.

Tabla 34.

Análisis de alternativa técnica

Alternativa 2																		
Criterio	Peso	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Prom. total	Ponderada	Calif. Máx
Probabilidad de ejecución	30%	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	1	2,43	0,73	0,90
Número de involucrados beneficiados	25%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	0,75	0,75
Mejor calidad de vida	5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,00	0,15	0,15
Incremento turístico	5%	3	3	2	3	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	2,43	0,12	0,15
Disponibilidad de recursos	10%	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1,93	0,19	0,30
Interés Institucional	10%	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	2,57	0,26	0,30
Costo	10%	1	1	2	2	2	3	2	2	1	3	2	3	1	1	1,86	0,19	0,30
Impacto ambiental	5%	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2,79	0,14	0,15
Total	100%																2,53	3,00
Calificación																	84%	100%

Se obtiene una calificación positiva del 84% que con respecto a los resultados obtenidos en la alternativa social y cultural tienen mayor impacto, lo que hace de esta opción la más óptima. De acuerdo a los resultados obtenidos en las dos alternativas se selecciona la opción técnica como la más viable, debido a que ofrece un mayor beneficio para la zona en estudio.

4.5.3. Matriz de marco lógico de la alternativa técnica

Siendo la alternativa técnica la más adecuada, se realiza una síntesis de los objetivos que facilita la conceptualización del proyecto; permitiendo comprender el diseño, proceso y finalidad del mismo, Tabla 35.

Tabla 35.

Matriz de marco lógico alternativa técnica

Resumen narrativo		Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Disminución de accidentes de ciclistas y peatones	Reducido número de accidentes de ciclistas y peatones en la zona de estudio en un 10% en el primer año, 20% en el segundo año y 30% al tercer año a partir de la existencia de una ciclovía.	Informes emitidos por la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) a las entidades pertinentes sobre el número de accidentes ocurridos a ciclistas y peatones en la zona al final de cada año durante tres años consecutivos a partir de que el proyecto se ejecute en su totalidad y la ciclovía este en servicio.	Concientización de las autoridades pertinentes a los GAD's y AMT con respecto a los accidentes ocurridos en la zona de estudio por falta de un espacio seguro para ciclistas y peatones.

Continúa →

Fin	Reducción de la carga vehicular	Reducida carga vehicular en la zona de estudio en un 10% el primer año, 20 el segundo y 30% el tercer año a partir de la implementación de la cicloavía en el sector.	Informes anuales emitidos por la AMT sobre la carga vehicular de las avenidas principales de la zona de estudio Ilaló e Intervalles durante los tres primeros años consecutivos habiéndose ejecutado en su totalidad el proyecto.	Motivación e interés de la población en utilizar medios de transporte sostenible como la bicicleta para transportarse en la zona de estudio.
	Menor gasto en mantenimiento de medios de transporte motorizado	Reducido uso del consumo de combustible para los vehículos motorizados que circulan por la zona de estudio en un 34%, aumentada vida útil del vehículo en un 25% y un mantenimiento vehicular financiado de \$10 al año adoptando un vehículo no motorizado como medio de transporte diario en el primer año habiéndose ejecutado el proyecto en totalidad y la cicloavía este en uso.	Encuesta realizada por parte de la Administración Zonal Valle de Los Chillos el primer año que la cicloavía esté en funcionamiento a una muestra de la población sobre el medio de transporte utilizado y su gasto total en mantenimiento del mismo.	Los pobladores de la zona de estudio hacen uso de los vehículos motorizados con menor frecuencia, incrementando el uso de vehículos no motorizados como la bicicleta para medio de transporte. Continúa →

Fin	Reducción de accidentes de transporte motorizado	Accidentes de tránsito motorizado reducidos en un 50% en la zona de estudio para el año 2020 a partir de que la ciclovía este en servicio como medida respecto a la seguridad vial y bajo el plan de desarrollo sostenible de la organización mundial de la salud.	Informe emitido por la AMT en el 2020 sobre el número de accidentes de tránsito producidos en ese periodo de tiempo.	Concientización de las autoridades pertinentes a los GAD's y AMT con respecto a los accidentes automovilísticos ocurridos en la zona de estudio por vías carentes de señalética y vías en mal estado.
	Menor uso de automotores	Aumentado número de viajes en bicicleta en un 40% durante el primer año habiéndose ejecutado en su totalidad el proyecto y la ciclovía esté en funcionamiento.	Formatos de conteo manual completados por la Administración Zonal Valle de Los Chillos sobre el número de bicicletas que transitan por la zona de estudio un año antes de la ejecución del proyecto y en el primer año de funcionamiento de la ciclovía una vez ejecutado en su totalidad el proyecto.	La población de la zona de estudio adquiere conciencia sobre los perjuicios que conlleva el uso excesivo de los vehículos motorizados y mayor interés en el uso de medios de transporte sostenible.

Continúa →

Propósito	Facilidad de movilidad de ciclistas y peatones en el sector	Implementación de una ciclo vía al 100% en las principales vías que unen a los sectores involucrados dentro de la zona de estudio en el tiempo de 1 año a partir de poner en práctica el proyecto.	Informe emitido por parte de las autoridades pertinentes a los GAD's de la zona de estudio respecto a la culminación y estado de la obra de una ciclo vía en las vías principales de la zona.	Mayor conciencia por parte de los conductores sobre los derechos de movilidad que tienen ciclistas y peatones; así como la prioridad jerárquica en las vías según la ordenanza 0194.	
	Componentes	Mantenimiento continuo en las vías	Identificado el tipo de daño del pavimento en las vías de la zona de estudio con relación al proyecto 1 vez al año a partir de haberse ejecutado el 100% del proyecto.	Formatos emitidos por los GAD's de la Administración Zonal Valle de Los Chillos para identificación de fallas completados en tramos de 500 metros en las vías de la zona de estudio.	Las autoridades de los GAD's consideran al mantenimiento vial de la zona de estudio como prioridad.
		Señalización de tránsito adecuada y óptima	Inversión dirigida a señalización con un costo aproximado de 80 USD por señal de tránsito y de 420 USD por cabeza semafórica durante el último trimestre de la ejecución del proyecto.	Actas de entrega-recepción destinadas a señales de tránsito incluyendo las de ciclo vía.	Apoyo de la Administración Zonal para mejoramiento de la seguridad en el sistema vial.
		Adaptación de estacionamientos adecuados	Controlada la línea de fábrica para edificaciones frente a una vía pública, por	Informe emitido por los GAD's de la Administración Zonal Valle de Los Chillos de acuerdo a	Aprobación por parte de la población en la zona de estudio a

Continúa →

	para vehículos	medio de ordenanza N°0172 previo a la ejecución del proyecto. Controlado el diseño para estacionamientos mediante Ordenanza N°3457 durante la ejecución del proyecto.	inspección visual en sitio para el control en la construcción de estacionamientos y el diseño de edificaciones bajo normativa vigente.	que se contribuya en el descongestionamiento vial.
Componentes	Espacio seguro para la circulación de ciclistas y peatones	Adecuadas ciclovías en las vías existentes con una longitud de 25 km una vez ejecutado el proyecto que permitan la circulación del peatón y ciclista acorde a la Ordenanza N°0194.	Entrega de documentos técnicos necesarios para el diseño de ciclovías bajo normativa vigente.	
	Actividades	Mantenimiento vial previo a la implementación de ciclovías	Financiamiento de 4.094.297,92 USD destinado a la repavimentación y ampliación de la Av. Ilaló que actualmente se encuentra en mal estado.	Planillas y especificaciones técnicas en el presupuesto destinado a repavimentación y ampliación.
	Adaptación de las vías en función a la Ordenanza	Financiamiento incrementado de 4.094.297,92 USD a 5'000.000,00 USD	Documentación técnica y financiera del análisis del proyecto.	El municipio de Quito incorpora dentro de las ordenanzas de movilidad que se priorice el estado de las vías para la movilidad de la población. Consideración de las autoridades de la Administración Zonal Valle de Los

Continúa →

	Metropolitana N°0172	aproximadamente para implementación de		Chillos en la integración el sistema de vialidad con la Ordenanza N°0194 para movilidad de peatones y ciclistas.
	Estudios de prefactibilidad para el diseño de ciclovías	ciclovías.		
Actividades	Señalización vertical y horizontal óptima para ciclovía	Inversión dirigida a señalización con un costo aproximado de 80 USD por señal de tránsito para ciclistas y de 420 USD por cabeza semafórica. Inversión destinada a la Colocación de bolardos para ciclovías con un costo que varía entre 30 y 130 USD.	Planillas y especificaciones técnicas destinadas a señales de tránsito incluyendo las de ciclovía.	Apoyo de los GAD's de la Administración Zonal Valle de Los Chillos para mejoramiento de la seguridad en el sistema vial.

4.6. Alternativas de ruta para ciclovía

Conforme a la pregunta 13 de la encuesta realizada a los involucrados en el proyecto se obtiene los puntos turísticos visitados con mayor frecuencia en la zona de estudio, Figura 42, además con la pregunta 14 se identifica puntos turísticos de interés como lo son: Cruz de Ilaló, Balneario Mirasierra, La Chorrera, La Cocha, Santuario de Schoenstatt y Complejo de Alangasí, lo que convierte a las Av. Intervalles e Ilaló como rutas principales de acceso a los sitios turísticos mencionados.

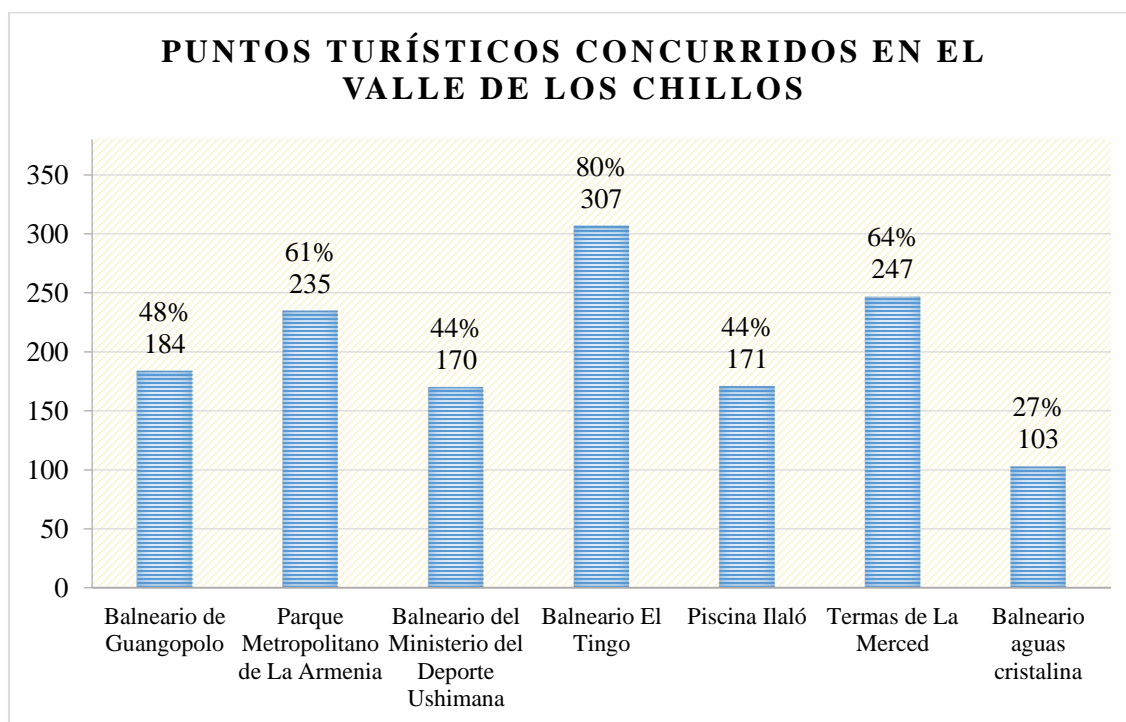


Figura 42. Puntos turísticos visitados con mayor frecuencia en la zona de estudio

Conjuntamente bajo la opinión de las entrevistas realizadas a los GAD's es conveniente la implementación de una ciclovía exclusiva en las vías principales de acceso, lo que permita hacer de la zona un potencial turístico además de facilitar la movilidad de ciclistas y peatones amparado en la reciente ordenanza N°094. Para seleccionar las alternativas de ruta se toma en cuenta los argumentos mencionados presentando en la Figura 43 y Figura 44 las 2 posibles opciones de rutas, considerando la Av. Intervalles e Ilaló como vías necesarias para el trayecto principal de la ciclovía.

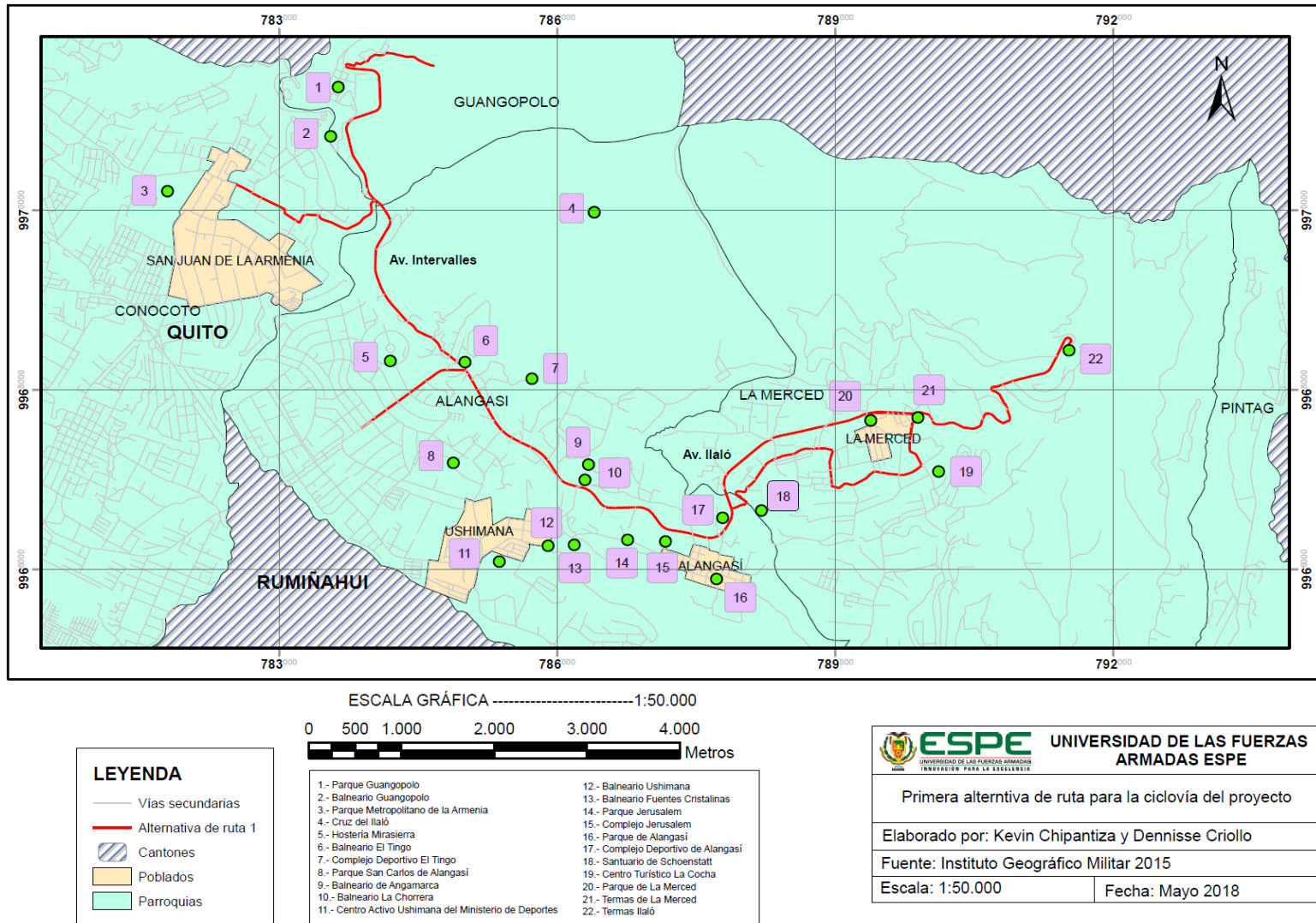


Figura 43. Alternativa 1 para ciclovía en la zona de estudio

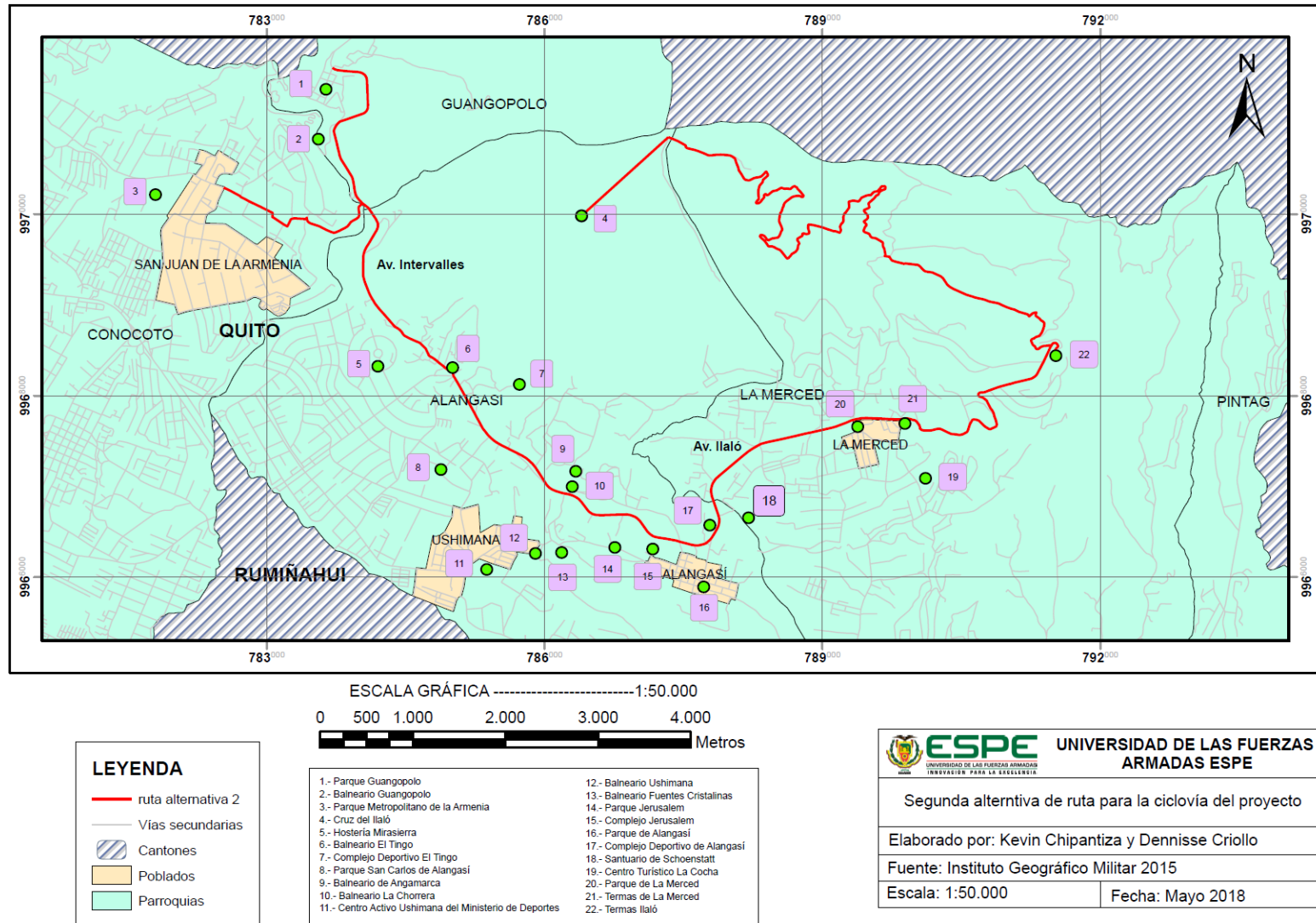


Figura 44. Alternativa 2 para ciclovia en la zona de estudio

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DE RUTAS PARA CICLOVÍA

Para evaluar las alternativas de ruta de ciclovia del presente proyecto se divide a cada una de las vías que conforman la biciruta en tramos iguales de 250 o 500 metros (distancias óptimas a criterio del proyecto), permitiendo registrar su caracterización según parámetros como: velocidad, ancho de vía, tipo de ciclovia y obras de ingeniería a construir; así como la pendiente específica de cada tramo, sin embargo, con el fin de tener con antelación una idea general del tipo terreno que comprende la zona de estudio según su pendiente se muestra en la Figura 45 un mapa de pendientes.

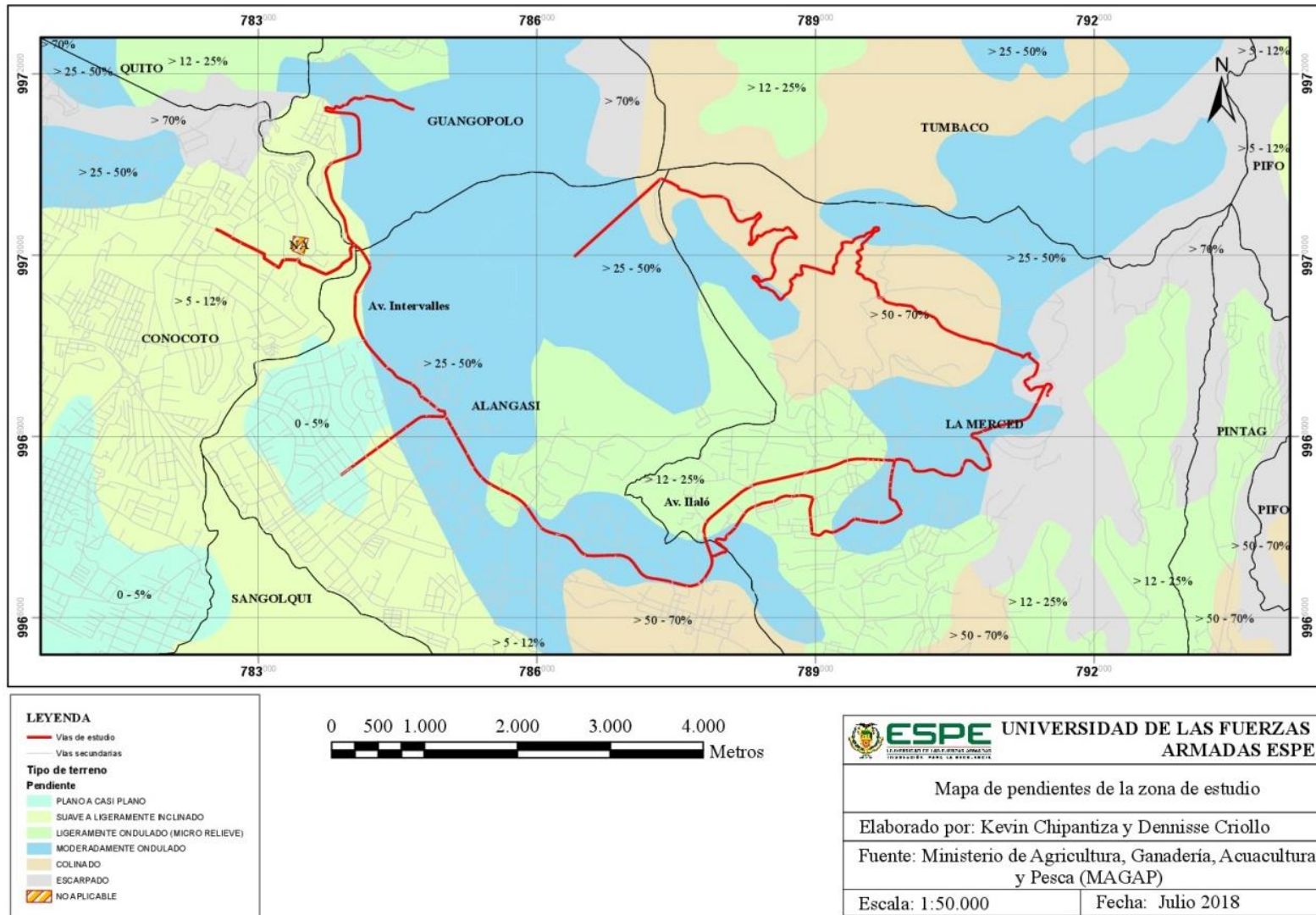


Figura 45. Mapa de pendientes de la zona de estudio

5.1. Análisis de alternativa 1

La ruta tiene una distancia total de 22.255,49 metros, dividida en 6 tramos principales que son:

- Comuna Sorialoma (Sendero al Ilaló)
- Avenida Intervalles (Puente Guangopolo – Balneario El Tingo)
- Avenida Ilaló (Balneario El Tingo – Piscinas Ilaló)
- Avenida Ilaló (Parque de los planetas – Balneario El Tingo)
- Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro)
- Santuario Schoenstatt – Termas de La Merced (Calle: Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas)

En la Figura 46 se muestra la división por tramos de las vías para la caracterización topográfica de la primera alternativa de cicloruta en la zona de estudio.

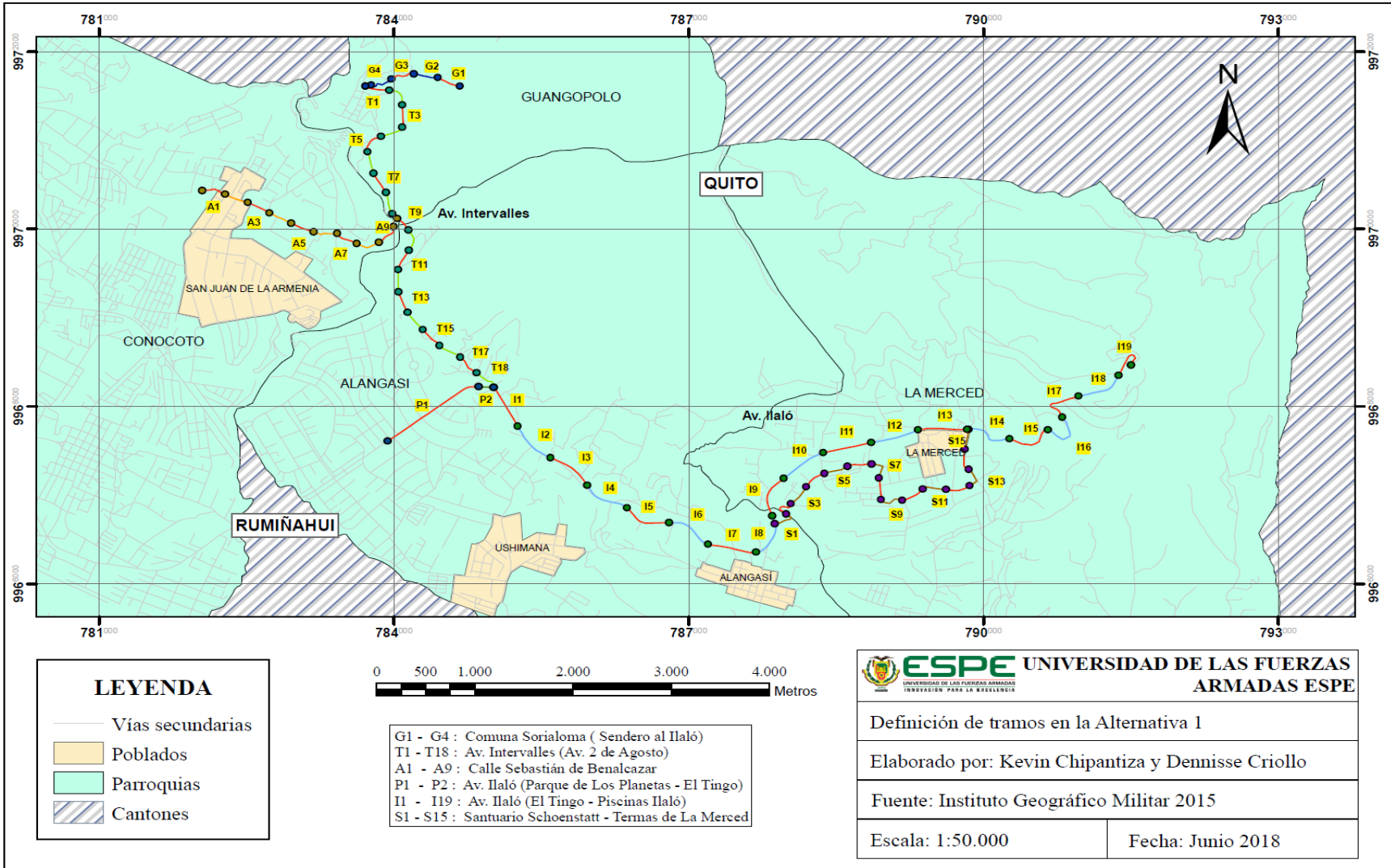


Figura 46. División de vías por tramos en la alternativa 1

5.1.1. Tipo de ciclovía

De acuerdo a la Universidad de Costa Rica (2015) para determinar el tipo de ciclovía a implementar dentro del proyecto se considera la velocidad de operación de los vehículos y el TPD de la vía según se muestra en la Figura 47; sin embargo para realizar la clasificación se prioriza la velocidad de las vías.

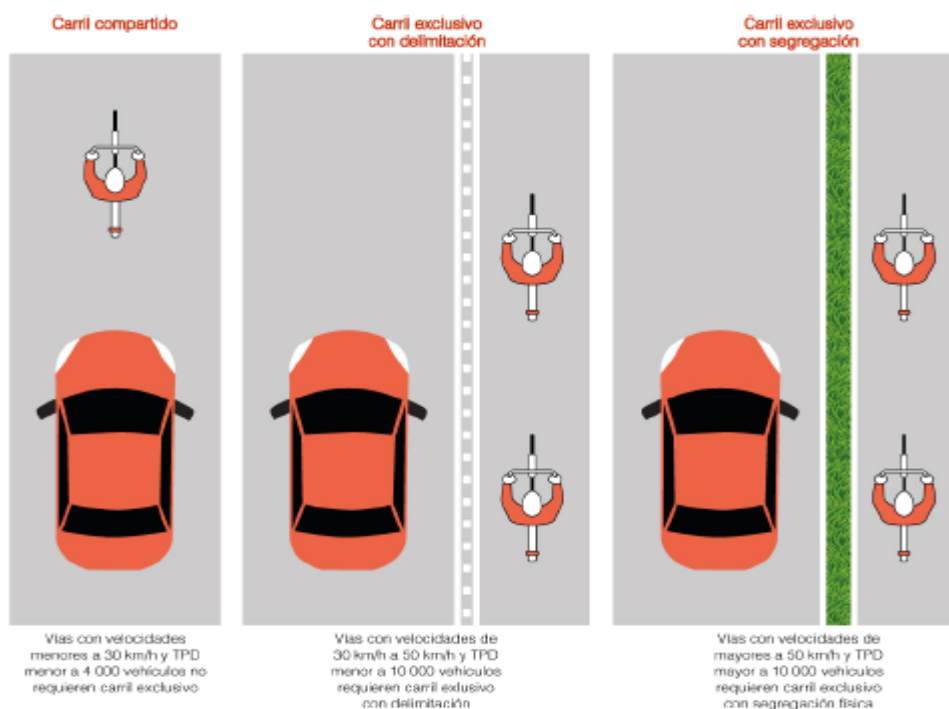


Figura 47. Clasificación de la ciclovía recomendada en base a la velocidad de operación y el TPD

Fuente: (Universidad de Costa Rica, 2015)



Dentro del proyecto para obtener la velocidad de la vía y el TPD aproximado se realiza una inspección visual de las vías que conforman la primera alternativa de ruta; no obstante para la cicloruta de la avenida Ilaló e Intervalles se considera el TPD de la Tabla 12 y Tabla 18 respectivamente, además para el tramo Santuario Schoenstatt – Termas de La Merced que carece de señalética referente a la velocidad en la vía se asume 30 km/h haciendo referencia a la normativa vigente de urbanismo y arquitectura 0172 del DMQ en relación al tema de “Especificaciones mínimas para vías rurales y suburbanas”. En la Tabla 36 se muestra el tipo de ciclovía a utilizar en cada tramo analizado.

5.1.2. Topografía básica






La topografía básica para la alternativa 1 se detalla en la Tabla 36, y consiste en la identificación de cada tramo abscisado de acuerdo a su ubicación describiendo su origen y destino en la zona de estudio, además se denota el tipo de sección en cada tramo (fotografías de autoría) donde se realizó visitas de campo para tomar registro del ancho de vía, velocidad y obras de ingeniería a construir; mientras que la pendiente de cada tramo fue determinada con el programa Google Earth Pro.

Tabla 36.






Caracterización de vías en la alternativa 1

Ubicación	Origen - Destino	Tramo	Abscisa (m)	Sección	Ancho de vía (m)	Pendiente máxima (extraído de Google Earth)	Velocidad (km/h)	Tipo de Ciclovia	Obras a construir
Comuna Sorialoma (Sendero a Ilaló)	Tanque de agua de Guangopolo – Puente de Guangopolo	G1	0+000 – 0+250		6,0	17%	30	Compartida	Señalética horizontal y vertical, limpieza y desbroce de veredas
		G2	0+250 – 0+500		6,2	14,3%	30		






Continúa →

Comuna Sorialoma (Sendero a Ilaló)	Tanque de agua de Guangopolo - Puenete de Guangopolo	G3	0+500 – 0+750		6,0	14,3%	30	Compartida	Señalética horizontal y vertical
		G4	0+750 – 1+067		5,90	11,8%	30		
Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puenete de Guangopolo - Entrada a Guangopolo	T1	0+000 – 0+250		9,60	4,2%	60	Carril exclusivo con segregación	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
		T2	0+250 – 0+500		8,70	7,2%	60		
		T3	0+500 – 0+750		8,70	14,4%	60		






Continúa →

Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puente de Guangopolo - Entrada a Guangopolo	T4	0+750 – 1+000		9,40	12,4%	60	Carril exclusivo con segregación	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
	Entrada a Guangopolo - Puente sobre río San Pedro	T5	1+000 – 1+250		8,80	14,7%	30	Carril compartido	
Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Entrada a Guangopolo - Puente sobre río San Pedro	T6	1+250 – 1+500		8,20	11,4%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
		T7	1+500 – 1+750		9,80	15,3%	60	Carril exclusivo con segregación	
		T8	1+750 – 2+000		9,30	10,5%	60	Carril exclusivo con segregación	




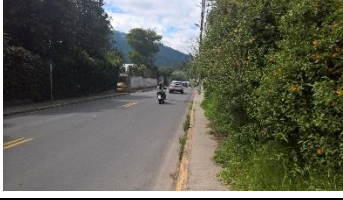

Continúa →

Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puente sobre río San Pedro – Piscinas del Tingo	T9	2+000 – 2+250		10,90	8,0%	60	Carril exclusivo con segregación	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
		T10	2+250 – 2+500		8,70	17,4%	60		
Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puente sobre río San Pedro – Piscinas del Tingo	T11	2+500 – 2+750		8,90	11,8%	60	Carril exclusivo con segregación	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
		T12	2+750 – 3+000		9,20	4,2%	60		
		T13	3+000 – 3+250		8,80	8,6%	60		






Continúa →

Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puente sobre río San Pedro – Piscinas del Tingo	T14	3+250 – 3+500		8,80	10,1%	60		
		T15	3+500 – 3+750		9,00	3,7%	30	Carril compartido	
Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)	Puente sobre río San Pedro – Piscinas del Tingo	T16	3+750 – 4+000		9,40	5,9%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular, división con bordillo
		T17	4+000 – 4+250		8,80	5,2%	30		
		T18	4+250 – 4+480		7,00	3,6%	30		






Continúa →

Calle Sebastián de Benalcázar	Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro	A1	0+000 – 0+250		9,10	7,8%	50	Carril exclusivo con delimitación	Señalética horizontal y vertical, limpieza y desbroce, protección vehicular
		A2	0+250 – 0+500		9,20	3,2%	50		
Calle Sebastián de Benalcázar	Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro	A3	0+500 – 0+750		10,20	3,0%	50	Carril exclusivo con delimitación	Señalética horizontal y vertical, limpieza y desbroce, protección vehicular
		A4	0+750 – 1+000		8,10	4,8%	50		
		A5	1+000 – 1+250		9,10	3,9%	40		






Continúa →

Calle Sebastián de Benalcázar	Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro	A6	1+250 – 1+500		9,10	7,6%	40	Carril exclusivo con delimitación	Señalética horizontal y vertical, limpieza y desbroce, protección vehicular
		A7	1+500 – 1+750		9,20	8,4%	40		
	Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro	A8	1+750 – 2+000		9,20	13,6%	40	Carril exclusivo con delimitación	Señalética horizontal y vertical, limpieza y desbroce, protección vehicular
		A9	2+000 – 2+356		9,20	11,0%	40		
Av. Ilaló	Balneario El Tingo – Puente Negro	II	0+000 – 0+500		8,60	7,0%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical y horizontal, protección vehicular






Continúa →

Av. Ilaló	Puente Negro – Escuela “Anna Eleanor Roosevelt”	I2	0+500 – 1+000		7,20	3,7%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular
	Escuela “Anna Eleanor Roosevelt” – Angamarca Sector “A”	I3	1+000 – 1+500		4,30	7,8%	50	Carril exclusivo con delimitación	
	Angamarca Sector “A” – Parada de bus Angamarca	I4	1+500 – 2+000		8,30	6,2%	50	Carril exclusivo con delimitación	
	Parada de bus Angamarca – Parada de bus “EMDI School”	I5	2+000 – 2+500		6,00	6,0%	50		
	Parada de bus “EMDI School” – Entrada Alangasí	I6	2+500 – 3+000		6,00	5,1%	50		






Continúa →

Av. Ijaló	Entrada Alangasí – Complejo Alangasí	I7	3+000 – 3+500		8,10	4,7%	50	Carril exclusivo con delimitación	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular
	Complejo Alangasí – Entrada a santuario “Schoenstatt”	I8	3+500 – 4+000		7,20	4,0%	50		
	Calle Cesar Enrique Balseca – Escuela Angélico Fiéssole	I9	4+000 – 4+500		7,30	8,0%	50		
	Escuela Angélico Fiéssole – Calle Juan León Mera	I10	4+500 – 5+000		7,30	3,5%	50		
	Calle Juan León Mera – Entrada a La Merced	I11	5+000 – 5+500		6,40	4,3%	50		






Continúa →

Av. Ilaló	Entrada a La Merced – Parque La Merced	I12	5+500 – 6+000		6,40	7,7%	50	Carril exclusivo con delimitación	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular
	Parque La Merced – Termas La Merced	I13	6+000 – 6+500		7,40	5,0%	30		
	Termas La Merced – Piscinas Ilaló	I14	6+500 – 7+000		6,10	8,0%	50	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular
		I15	7+000 – 7+500			7,0%	50		
		I16	7+500 – 8+000			5,6%	50		






Continúa →

Av. Ilaló	Termas La Merced – Piscinas Ilaló	I17	8+000 – 8+500		6,10	6,0%	50	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, protección vehicular
		I18	8+500 – 9+000			6,4%	50		
		I19	9+000 – 9+422			6,4%	50	Carril compartido	Limpieza y desbroce, ampliación, repavimentación, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical y horizontal
Av. Ilaló (Sector Mirasierra)	Parque de Los Planetas – Puente entrada Tingo	P1	0+000 – 1+130		14,90	6,0%	60	Carril exclusivo con segregación	Cunetas, señalización vertical horizontal, división con bordillo, repavimentación
	Puente entrada Tingo – Bañeario El Tingo	P2	1+130 – 1+285		10,00	6,0	30	Carril compartido	



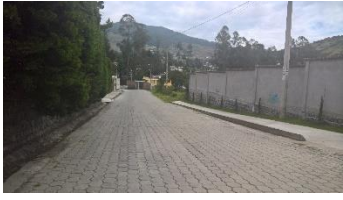


Continúa →

Calle César Enrique Balseca	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S1	0+000 – 0+250		5,90	6,6%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, repavimentación
		S2	0+250 – 0+500		3,00	6,8%			
Calle César Enrique Balseca	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S3	0+500 – 0+750		5,10	8,3%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, repavimentación
		S4	0+750 – 1+000		4,60	3,0%	30		
		S5	1+000 – 1+250		4,60	4,7%	30		

Continúa →

Calle César Enrique Balseca	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S6	1+250 – 1+500		4,30	6,9%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, repavimentación
		S7	1+500 – 1+750		8,10	2,4%	30		
Calle Jordán	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S8	1+750 – 2+000		5,30	2,0%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, repavimentación
		S9	2+000 – 2+250		6,20	1,6%	30		
		S10	2+250 – 2+500		5,90	3,9%	30		

Continúa →

Calle Jordán	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S11	2+500 – 2+750		7,40	3,7%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, re empedrado
		S12	2+750 – 3+000		6,00	1,9%	30		
Calle Termas	Santuario Schoenstatt – Termas La Merced	S13	3+000 – 3+250		6,00	4,7%	30	Carril compartido	Limpieza y desbroce, estabilidad de talud, cunetas, señalización vertical horizontal, repavimentación
		S14	3+250 – 3+500		6,40	3,7%	30		
		S15	3+500 – 3+731		7,80	6,1%	30		

5.1.3. Obras de Ingeniería Menor

Para los seis tramos principales que conforman la primera alternativa de ruta se establece de forma general las obras de ingeniería que se necesita ejecutar conforme al tipo de ciclovía a implementar según se muestra en la Tabla 36. Además estas obras sirven como guía y referencia para los principales rubros a realizar y analizar dentro del presupuesto referencial de la obra.

5.1.4. Presupuesto referencial

Conforme a las obras de ingeniería menor que se van a ejecutar en la primera alternativa de ciclovía para la zona de estudio, se desglosa en la Tabla 37 un presupuesto referencial utilizando como fuente la tesis de Cabrera Agila (2015) que consiste en la elaboración de una ciclovía recreativa en la provincia de Santa Elena. Al ser un presupuesto relativo se permite a los autores del presente proyecto utilizar esta cita como referencia para definir y enlistar los posibles principales rubros que conforman esta opción con sus respectivos costos unitarios.

Tabla 37.

Presupuesto referencial para la primera alternativa de ciclovía en la zona de estudio

Rubro	Unidad	Cantidad	P.U	P.T
Movimiento de tierras				
Desbroce, desbosque y limpieza.	ha	1,20	\$ 341,56	\$ 409,87
Replanteo y nivelación con equipo topográfico.	m ²	15000	\$ 0,34	\$ 5.100,00
Excavación sin clasificar (Talud).	m ³	45000	\$ 1,67	\$ 75.150,00
Obras de calzada				
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta.	m ²	7500	\$ 6,39	\$ 47.925,00
Transporte de material para capa de rodadura.	m ³ -km	9375	\$ 0,37	\$ 3.468,75
Obras de arte menor				
Excavación para cunetas y encauzamientos.	m ³	28	\$ 3,28	\$ 91,84
Hormigón estructural de cemento portland clase C para bordillos de 180 kg/cm ² .	m ³	15	\$ 163,15	\$ 2.447,25

Continúa →

Hormigón estructural de cemento portland clase B para alcantarillas de cajón (210 kg/cm ²).	m ³	270,01	\$ 270,01	\$ 72.905,40
Suministro e instalación de tuberías de hormigón armado D=1,20 m.	m	28	\$ 162,00	\$ 4.536,00
Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	u	14	\$ 172,82	\$ 2.419,48
Borrado de marca vial con pintura gris o negra.	m ²	235,6	\$ 15,44	\$ 3.637,66
Señalética vertical				
Señalética vertical.	u	498,00	\$ 205,19	\$ 102.184,62
Señalética horizontal				
Marcas de pavimento pintura blanca acrílica (símbolos, letras, flechas).	m ²	2768,28	\$ 9,87	\$ 27.322,92
Marcas de pavimento (pintura acrílica blanca/ ancho =15 cm).	m	28385,70	\$ 1,92	\$ 54.500,54
Marca de pavimento (pintura acrílica blanca/amarilla = 10 cm).	m	20940	\$ 1,80	\$ 37.692,00
Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva de 143 x 115 x 19 mm/color verde/tipo tachón).	u	1614	\$ 10,11	\$ 16.317,54
Semaforización				
Regulador completo de semáforo para 2 o 12 grupos incl. UPS.	u	4	\$ 14.770,54	\$ 59.082,16
Semáforos de 3 módulos 12" vehiculares en policarbonato y con lámparas led	u	8	\$ 993,37	\$ 7.946,96
Semáforos de 2 módulos 12" animados para paso de bicicletas, en policarbonato y con lámparas led.	u	3	\$ 993,37	\$ 2.980,11
Poste de semáforo para vehículos de 10 mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón.	u	11	\$ 362,09	\$ 3.982,99

Continúa →

Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo.	u	11	\$ 79,36	\$ 872,96
Basamento de hormigón para columna vehicular.	u	11	\$ 126,65	\$ 1.393,15
Total				\$ 532.367,21

Para un correcto funcionamiento de la ciclovía se requiere que las vías que conforman la ruta se encuentren en buen estado, en consecuencia según el análisis de fallas en la avenida Ilaló la ruta presenta considerable deterioro; sin embargo, en la actualidad ya existe el proyecto de rehabilitación integral de la vía con un presupuesto de USD 4'094.297,92 según la Comisión de Presupuesto del Municipio de Quito y por esta razón este valor no se incorpora en el presupuesto referencial de la Tabla 38, no obstante se describe el costo referencial que se recomienda para la rehabilitación de la vía Santuario Schoenstatt – Termas de La Merced (Calle: Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas) que también muestra un desgaste notable y no es considerado aún dentro de los proyectos de rehabilitación vial de la zona. Se realiza hincapié en que este valor no es tomado en cuenta dentro del presupuesto directo de la ciclovía es un dato complementario recomendado no obligatorio.

Tabla 38.

Presupuesto referencial para la rehabilitación del tramo Santuario Schoenstatt-Termas de La Merced (Calle: Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas)

Rehabilitación de pavimento Vía Santuario				
Remoción del pavimento	m ³	562,5	\$ 16,50	\$ 9.281,25
Excavación en suelo	m ³	2250,0	\$ 2,26	\$ 5.085,00
Base, clase 2	m ³	1687,5	\$ 8,24	\$ 13.905,00
Asfalto MC para imprimación	lt	56250,0	\$ 0,67	\$ 37.687,50
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5 cm de espesor	m ²	11250,0	\$ 9,76	\$ 109.800,00
Transporte de mezcla asfáltica para capa de rodadura	m ³ /km	14062,5	\$ 0,32	\$ 4.500,00
Transporte de base	m ³ /km	42187,5	\$ 0,30	\$ 12.656,25
Marcas de pavimento pintura	m	6750,0	\$ 0,83	\$ 5.602,50
Re empedrado	m ²	3000	\$ 1,85	\$ 5.550,00
Transporte de material para re empedrado	m ³ /km	3750	\$ 0,37	\$ 1.387,50
Total				\$ 205.455,00

5.2. Análisis de alternativa 2

La ruta consiste en una distancia total de 26.508,00 metros, dividida en 4 tramos principales que son:

- Avenida Intervalles (Puente Guangopolo – Balneario El Tingo)
- Avenida Ilaló (Balneario El Tingo – Piscinas Ilaló)
- Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro)
- Barrio Guantugloma (Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló)

En la Figura 48 se muestra la división por tramos de las vías para la caracterización topográfica de la segunda alternativa de cicloruta en la zona de estudio.

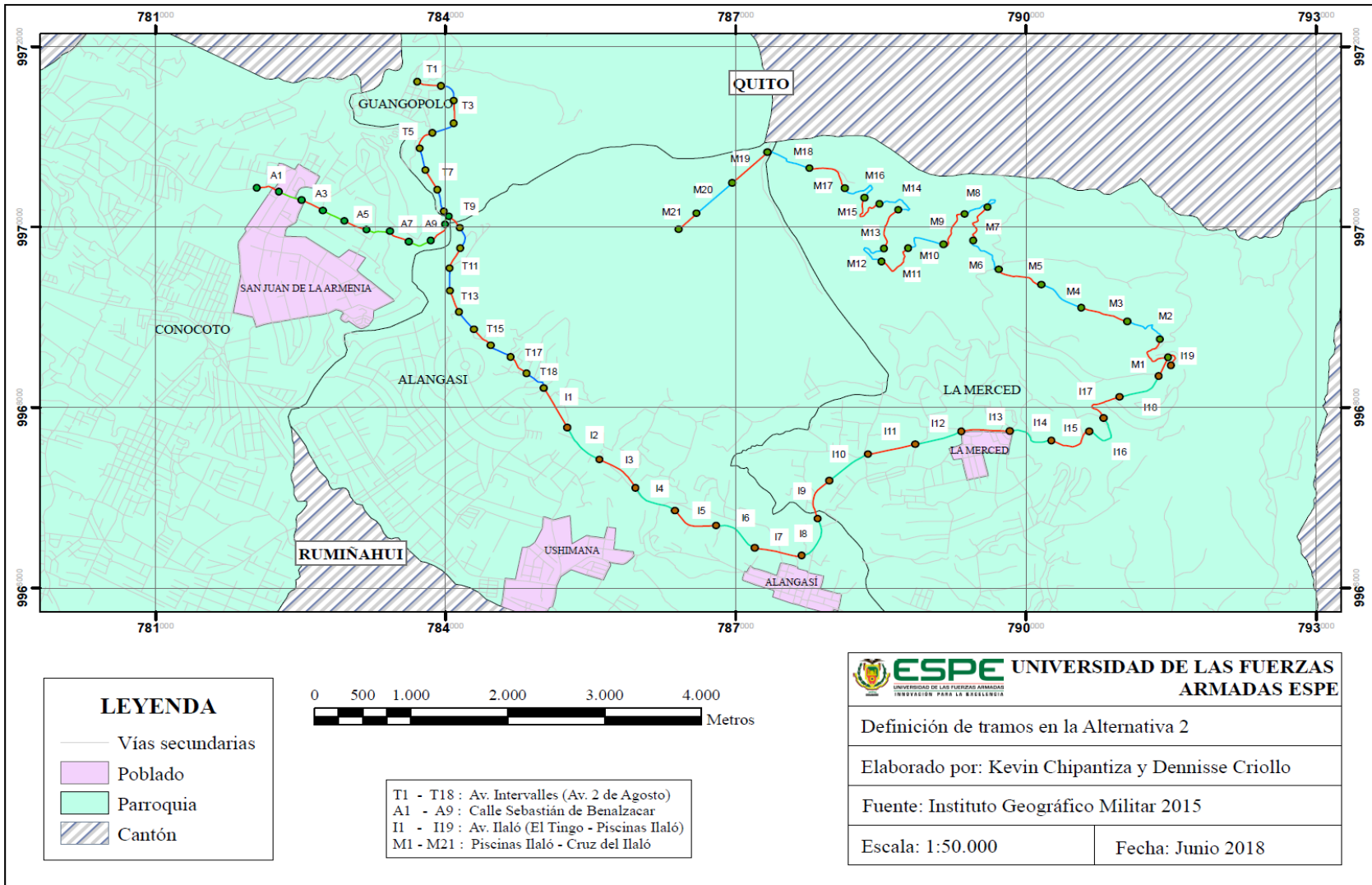


Figura 48. División de vías por tramos en la alternativa




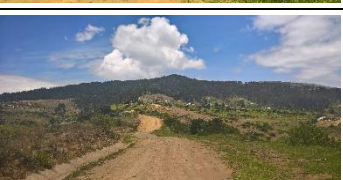
5.2.1. Tipo de ciclovía

Para definir el tipo de ciclovía de la segunda alternativa de ruta se utiliza la misma metodología que se aplicó para la primera alternativa, de este modo se asume para el tramo Piscinas Ilaló – Cruz del Ilaló una velocidad de 30 km/h debido a la falta de señalética en la vía. En la Tabla 36 se muestra el tipo de ciclovía para los tramos de la avenida Intervalles e Ilaló; así como para la ruta que permite el acceso al Parque de La Armenia. Mientras que en la Tabla 39 se especifica el tipo de cicloruta a implementar en el tramo del Barrio Guantugloma.






5.2.2. Topografía básica

La topografía básica para la alternativa 2 consiste en la identificación de cada tramo abscisado de acuerdo a lo explicado en la alternativa 1, tomando el mismo criterio para el tipo de ciclovía y las obras de ingeniería menor en cada tramo. Tomando en cuenta que los tramos correspondientes a: Av. Intervalles, Calle Sebastián de Benalcázar y Av. Ilaló, fueron detallados en la Tabla 36, y el tramo Piscina Ilaló - Cruz del Ilaló se detalla a continuación en la Tabla 39.






Tabla 39.
Caracterización de las vías en la alternativa 2

Ubicación	Origen - Destino	Tramo	Abscisa (m)	Sección	Ancho de vía (m)	Pendiente máxima (extraído de Google Earth)	Velocidad (km/h)	Tipo de Ciclovía	Obras a construir
Barrio Guantugloma (Parroquia La Merced)	Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló	M1	0+000 – 0+500		6,30	5,8%	30	Compartida	Limpieza y desbroce, señalética horizontal y vertical, cunetas, empedrado
		M2	0+500 – 1+000		6,30	12,1%	30		
Barrio Guantugloma (Parroquia La Merced)	Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló	M3	1+000 – 1+500		8,90	6,6%	30		
		M4	1+500 – 2+000		8,90	10,0%	30		


Continúa →

Barrio Guantugloma (Parroquia La Merced)	Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló	M5	2+000 – 2+500		4,40	12,6%	30	Compartida	Limpieza y desbroce, señalética horizontal y vertical, cunetas, empedrado
		M6	2+500 – 3+000		5,0	14,7%	30		
		M7	3+000 – 3+500		5,0	11,9%	30		
	M8	3+500 – 4+000		5,0	18,1%	30			
	M9	4+000 – 4+500		5,0	16,3%	30			

Continúa →

Barrio Guantugloma (Parroquia La Merced)	Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló	M10	4+500 – 5+000		5,0	18,4%	30	Compartida	Limpieza y desbroce, señalética horizontal y vertical, cunetas, empedrado
		M11	5+000 – 5+500		5,0	15,3%	30		
		M12	5+500 – 6+000		5,0	14,9%	30		
	M13	6+000 – 6+500		5,0	10,6%	30			
		M14	6+500 – 7+000		5,0	12,0%	30		

Continúa →

Barrio Guantugloma (Parroquia La Merced)	Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló	M15	7+000 – 7+500		5,0	14,8%	30	Compartida	Limpieza y desbroce, señalética horizontal y vertical, cunetas, empedrado
		M16	7+500 – 8+000		5,0	11,0%	30		
		M17	8+000 – 8+500		5,0	7,9%	30		
		M18	8+500 – 9+000		5,0	11,6%	30		
	M19	9+000 – 9+500	5,0		11,1%	30			
	M20	9+500 – 10+000	5,0		15,7%	30			
	M21	10+000 – 10+250	5,0		14,2%	30			

5.2.3. Presupuesto referencial

En la Tabla 40 se determina el presupuesto total referencial de la segunda alternativa de ciclovía para la zona de estudio, se considera las obras de ingeniería propuestas en la Tabla 36 para la avenida Ilaló e Intervalles; así como la ruta de acceso al Parque de La Armenia; además se toma en cuenta la Tabla 39 para las obras de ingeniería del tramo de vía hacia la Cruz del Ilaló (Barrio Guantugloma).

Tabla 40.

Presupuesto referencial para la segunda alternativa de ciclovía en la zona de estudio

Rubro	Unidad	Cantidad	P.U	P.T
Movimiento de tierras				
Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1,20	\$ 341,56	\$ 409,87
Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m ²	15000	\$ 0,34	\$ 5.100,00
Excavación sin clasificar (Talud)	m ³	45000	\$ 1,67	\$ 75.150,00
Obras de calzada				
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta	m ²	7500	\$ 6,39	\$ 47.925,00
Transporte de material para capa de rodadura	m ³ -km	9375	\$ 0,37	\$ 3.468,75
Obras de arte menor				
Excavación para cunetas y encauzamientos	m ³	28	\$ 3,28	\$ 91,84
Hormigón estructural de cemento portland clase C para bordillos de 180 kg/cm ²	m ³	15	\$ 163,15	\$ 2.447,25
Hormigón estructural de cemento portland clase B para alcantarillas de cajón (210 kg/cm ²)	m ³	0,5	\$ 270,01	\$ 135,01
Suministro e instalación de tuberías de hormigón armado D=1,20 m	m	28	\$ 162,00	\$ 4.536,00
Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	u	14	\$ 172,82	\$ 2.419,48
Borrado de marca vial con pintura gris o negra	m ²	235,6	\$ 15,44	\$ 3.637,66
Señalética vertical				
Señalética vertical	u	443	\$ 205,19	\$ 90.899,17
Señalética horizontal				

Continúa →

Marcas de pavimento pintura blanca acrílica (símbolos, letras, flechas)	m ²	2305,2	\$ 9,87	\$ 22.752,32
Marcas de pavimento (pintura acrílica blanca/ ancho =15 cm)	m	26086	\$ 1,92	\$ 50.085,12
Marca de pavimento (pintura acrílica blanca/amarilla = 10 cm)	m	29000	\$ 1,80	\$ 52.200,00
Semaforización				
Regulador completo de semáforo para 2 o 12 grupos incl. UPS	u	4	\$ 14.770,54	\$ 59.082,16
Semáforos de 3 módulos 12" vehiculares en policarbonato y con lámparas led	u	8	\$ 993,37	\$ 7.946,96
Semáforos de 2 módulos 12" animados para paso de bicicletas, en policarbonato y con lámparas led	u	3	\$ 993,37	\$ 2.980,11
Poste de semáforo para vehículos de 10 mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	u	11	\$ 362,09	\$ 3.982,99
Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo	u	11	\$ 79,36	\$ 872,96
Basamento de hormigón para columna vehicular	u	11	\$ 126,65	\$ 1.393,15
Total				\$ 437.515,81

Dentro de la segunda alternativa de ruta para la ciclovía en la zona de estudio se encuentra el tramo de vía que permite el acceso a la Cruz del Ilaló, que desde la abscisa 0+000 hasta la 1+000 metros tiene un empedrado incompleto como capa de rodadura, mientras que desde la abscisa 1+000 hasta la 10+250 metros es camino de tierra; por esta razón con el fin de que la ciclovía funcione adecuadamente en este tramo se considera el presupuesto referencial de la Tabla 41, haciendo énfasis en que este valor no consta directamente en el proyecto de la ciclovía porque no es obligatorio; sin embargo, es una recomendación para que las condiciones de servicio que ofrece la ciclovía sean las más óptimas.

Tabla 41.*Presupuesto referencial para la rehabilitación del tramo Piscinas Ilaló-Cruz Ilaló*

Empedrado Piscinas Ilaló – Cruz Ilaló				
Desbroce, desbosque y limpieza	ha	2,625	\$ 341,56	\$ 896,60
Empedrado y re empedrado	m ²	26250	\$ 1,85	\$ 48.562,50
Transporte de material para re empedrado y empedrado	m ³ /km	32812,5	\$ 0,37	\$ 12.140,63
Total				\$ 61.599,72

5.3. Determinación de ruta definitiva

En la Tabla 42 se compara los resultados obtenidos de la primera y segunda alternativa de ciclovía para que de este modo se visualice con mayor notoriedad sus diferencias o semejanzas.

Tabla 42.*Cuadro comparativo de alternativas de ciclovía en la zona de estudio*

Parámetro	Alternativa 1	Alternativa 2
Puntos turísticos	- Parque Guangopolo	- Parque Guangopolo
	- Balneario Guangopolo	- Balneario Guangopolo
	- Parque Metropolitano de la Armenia	- Parque Metropolitano de la Armenia
	- Hostería Mirasierra	- Cruz del Ilaló
	- Balneario El Tingo	- Balneario El Tingo
	- Complejo Deportivo El Tingo	- Complejo Deportivo El Tingo
	- Parque San Carlos de Alangasí	- Balneario de Angamarca
	- Balneario de Angamarca	- Balneario La Chorrera
	- Balneario La Chorrera	- Centro Activo Ushimana del Ministerio de Deportes
	- Centro Activo Ushimana del Ministerio de Deportes	- Balneario Ushimana
	- Balneario Ushimana	- Balneario Fuentes
	- Balneario Fuentes	Cristalinas
	Cristalinas	- Parque Jerusalem
	- Parque Jerusalem	- Complejo Jerusalem
	- Parque de Alangasí	

Continúa →

	- Complejo Jerusalem - Parque de Alangasí - Complejo Deportivo de Alangasí - Santuario de Schoenstatt - Centro turístico La Cocha - Parque de La Merced - Termas de La Merced - Termas Ilaló - Campamento Nueva Vida (La Merced)	- Complejo Deportivo de Alangasí - Parque de La Merced - Termas de La Merced - Termas Ilaló
Longitud (m)	22.255,49	26.508,00
Pendiente máxima de ruta (Google Earth Pro)	17,4%	18,4%
Pendiente máxima del terreno	25-50%	50-70%
Impacto ambiental con respecto al bosque protector	bajo	alto
Presupuesto	\$ 532.367,21	\$ 437.515,81
Obras obligatorias de ingeniería a construir	- Señalética horizontal y vertical. - Limpieza y desbroce. - Ampliación. - Estabilidad de talud. - Cunetas. - Protección vehicular. - División con bordillo	- Limpieza y desbroce. - Señalética horizontal y vertical. - Cunetas. - Ampliación. - Estabilidad de talud. - Protección vehicular. - División con bordillo

Continúa →

Obras complementarias recomendadas para rehabilitación vial	- Repavimentación - Re empedrado	- Empedrado - Re empedrado - Repavimentación
---	-------------------------------------	--

Considerando los criterios de comparación se califica en la Tabla 43 a cada alternativa, donde se determina que la alternativa 1 con un 91% resulta viable, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se opta por seleccionar como ruta definitiva para la ciclovía en la zona de estudio la primera alternativa analizada, debido a que en relación a la alternativa 2 permite:

- Conectar la mayor cantidad de puntos turísticos
- Menor longitud total de ruta
- Terreno con pendiente moderada
- No existe impacto en el volcán Ilaló que corresponde al bloque 8 del bosque protector y vegetación protectora “Flanco Oriental de Pichincha y Cinturón Verde de Quito”
- Mayor número de involucrados beneficiados

Tabla 43.
Ponderación de alternativas de ruta para ciclovía

Criterios	Puntaje	Calificación Máxima	Alternativa 1		Alternativa 2	
			Calificación	Ponderado	Calificación	Ponderado
Presupuesto	20%	1,00	4	0,80	5	1,00
Obras obligatorias de ingeniería a construir	20%	1,00	5	1,00	5	1,00
Puntos Turísticos	15%	0,75	5	0,75	3	0,45
Impacto Ambiental con respecto al bosque protector	15%	0,75	5	0,75	2	0,30
Pendiente máxima del terreno	10%	0,50	4	0,40	2	0,20
Pendiente máxima de ruta (Google Earth Pro)	10%	0,50	4	0,40	3	0,30
Longitud de ruta (m)	5%	0,25	5	0,25	4	0,20
Obras complementarias recomendadas para rehabilitación vial	5%	0,25	4	0,20	3	0,15
Total	100%	5		4,55		3,6
		100%		91,00%		79,12%

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

6.1. Prefactibilidad técnica

Definida la ruta de ciclovía se da paso al análisis técnico que abarca principalmente el diseño, teniendo como parámetro previo información topográfica de la zona de estudio proporcionada por el Ingeniero Oswaldo Padilla Director del Laboratorio de Geomática y Sensores Remotos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; no obstante, estos datos deben ser verificados. Para la comprobación se utiliza el programa Civil 3D versión 2015, en donde se obtiene los perfiles de las secciones transversales a lo largo de la ruta y se constata con la información en campo. Las secciones transversales se presentan cada 250 o 500 metros en función a las distancias utilizadas para evaluar la ruta; se distingue en la Figura 49 una sección típica con su simbología correspondiente y en la Tabla 44 se observa la comparación de la información analizada con el terreno natural según el abscisado.

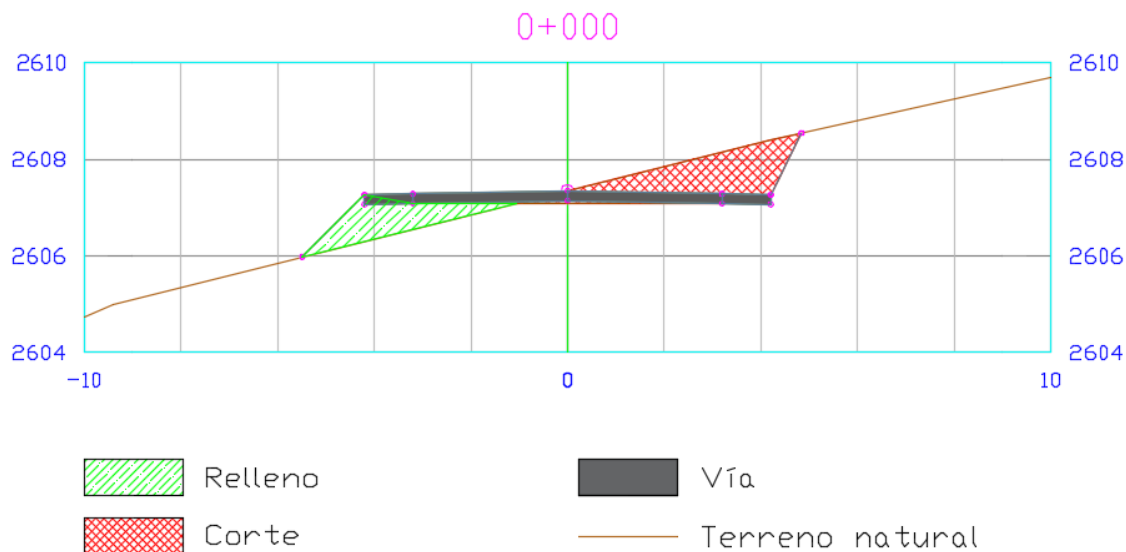
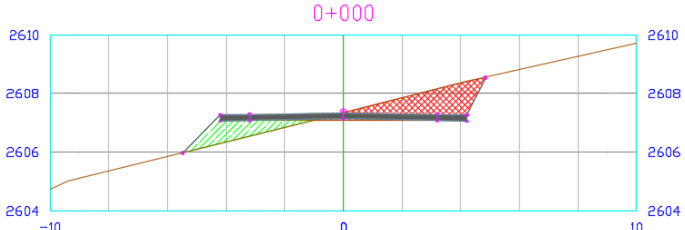

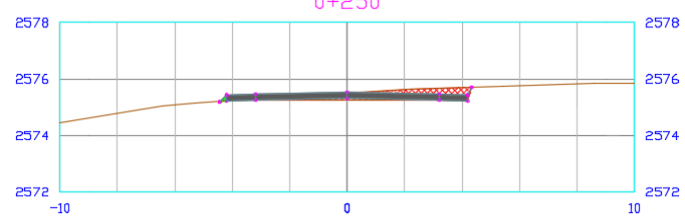

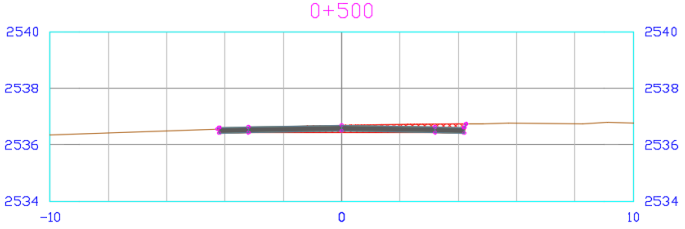



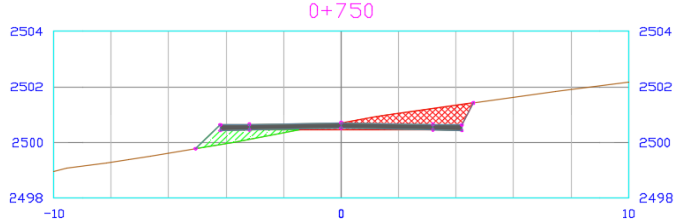

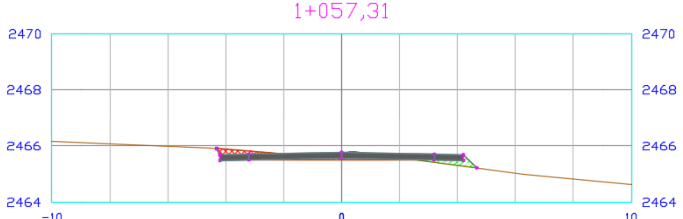

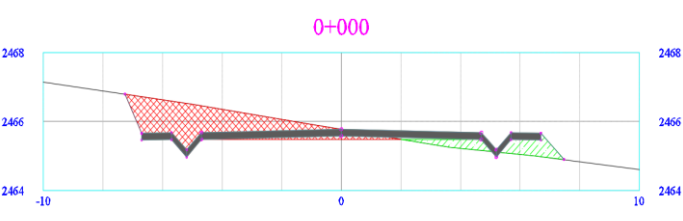

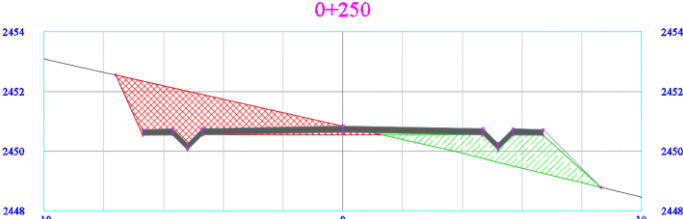

Figura 49. Sección típica

Tabla 44.

Verificación de la topografía existente en la zona de estudio a través de secciones transversales

Tramo	Abscisa	Corte transversal	Fotografía actual (Google Earth)	Condición
Comuna Sorialoma (Sendero a Ilaló)				
G1	0+000			Cumple
G2	0+250			Cumple
G3	0+500			Cumple

Continúa →

G4	0+750			Cumple parcialmente
G5	1+057,31			Cumple
Av. Intervalles (Av. 2 de Agosto)				
T1	0+000			Cumple
T2	0+250			Cumple

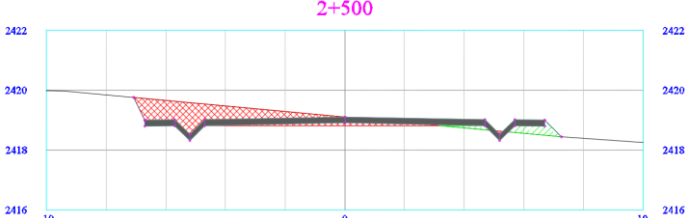

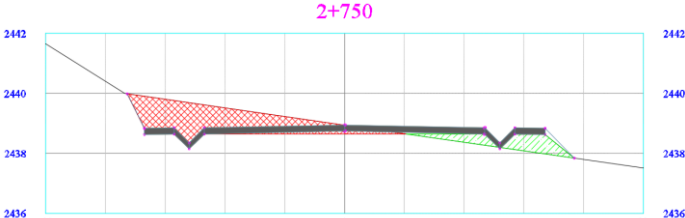

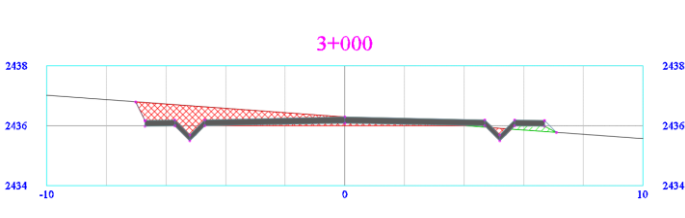

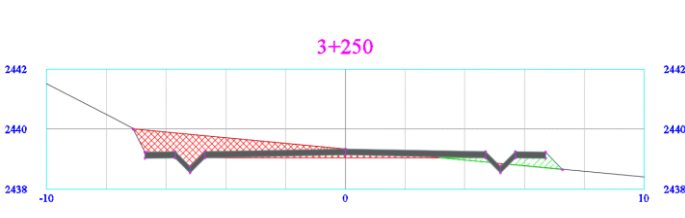

Continúa →

<p>T3</p>	<p>0+500</p>			<p>Cumple</p>
<p>T4</p>	<p>0+750</p>			<p>Cumple</p>
<p>T5</p>	<p>1+000</p>			<p>Cumple</p>
<p>T6</p>	<p>1+250</p>			<p>Cumple</p>

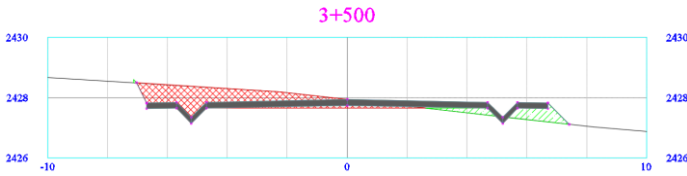

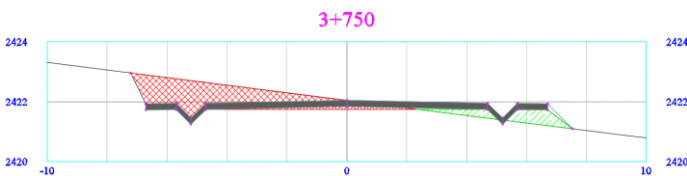

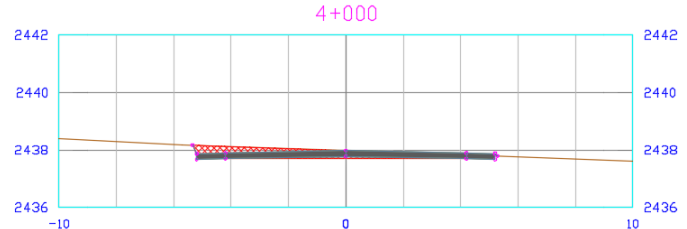

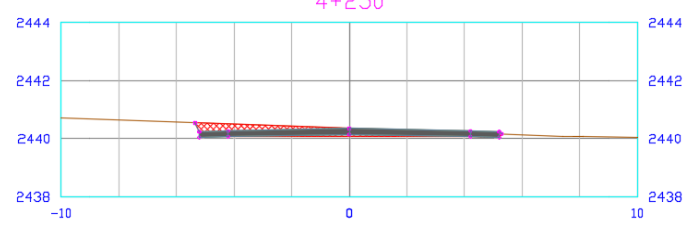

Continúa →

<p>T7</p>	<p>1+500</p>			<p>Cumple</p>
<p>T8</p>	<p>1+750</p>			<p>Cumple</p>
<p>T9</p>	<p>2+000</p>			<p>Cumple</p>
<p>T10</p>	<p>2+250</p>			<p>Cumple parcialmente</p>

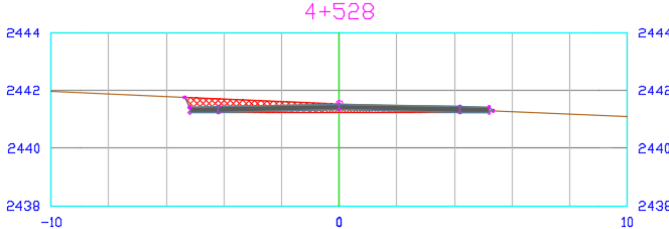

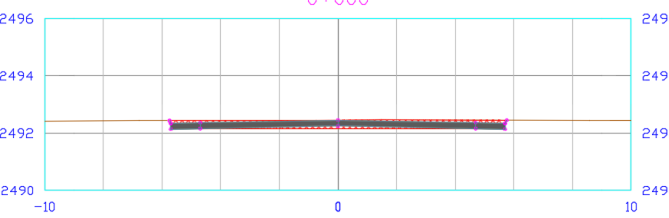

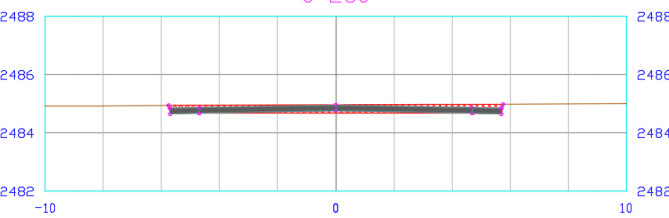

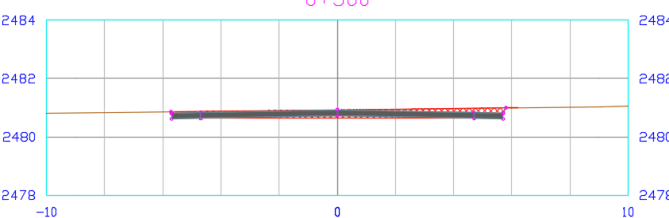

Continúa →

<p>T11</p>	<p>2+500</p>			<p>Cumple parcialmente</p>
<p>T12</p>	<p>2+750</p>			<p>Cumple parcialmente</p>
<p>T13</p>	<p>3+000</p>			<p>Cumple</p>
<p>T14</p>	<p>3+250</p>			<p>Cumple</p>

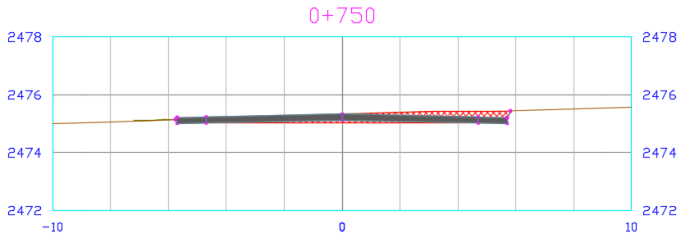

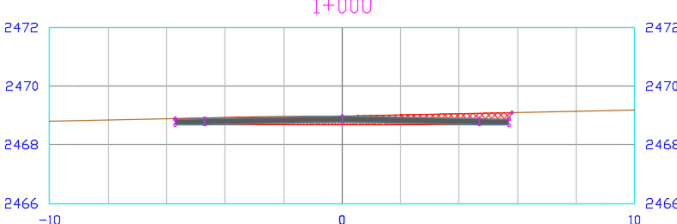

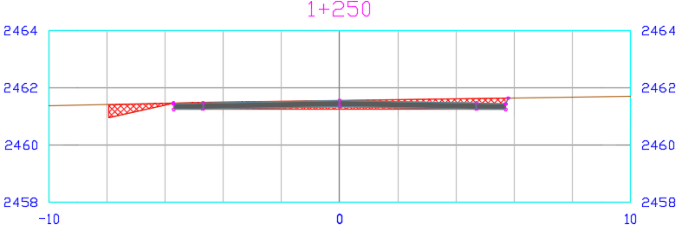

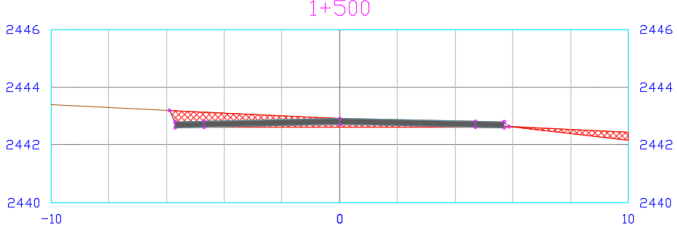

Continúa →

<p>T15</p>	<p>3+500</p>			<p>Cumple</p>
<p>T16</p>	<p>3+750</p>			<p>Cumple</p>
<p>T17</p>	<p>4+000</p>			<p>Cumple</p>
<p>T18</p>	<p>4+250</p>			<p>Cumple</p>

Continúa →

Fin	4+528			Cumple
Parque de La Armenia – Puente sobre el río San Pedro				
A1	0+000			Cumple
A2	0+250			Cumple
A3	0+500			Cumple

Continúa →

A4	0+750	 <p>Graph showing elevation profiles (2472 to 2478) and a red hatched area indicating a specific cross-section at station 0+750.</p>	 <p>Photograph showing a road view at station 0+750, featuring trees and a clear sky.</p>	Cumple
A5	1+000	 <p>Graph showing elevation profiles (2466 to 2472) and a red hatched area indicating a specific cross-section at station 1+000.</p>	 <p>Photograph showing a road view at station 1+000, featuring a green fence and mountains in the background.</p>	Cumple
A6	1+250	 <p>Graph showing elevation profiles (2458 to 2464) and a red hatched area indicating a specific cross-section at station 1+250.</p>	 <p>Photograph showing a road view at station 1+250, featuring a green fence and mountains in the background.</p>	Cumple
A7	1+500	 <p>Graph showing elevation profiles (2440 to 2446) and a red hatched area indicating a specific cross-section at station 1+500.</p>	 <p>Photograph showing a road view at station 1+500, featuring a blue fence and trees.</p>	Cumple

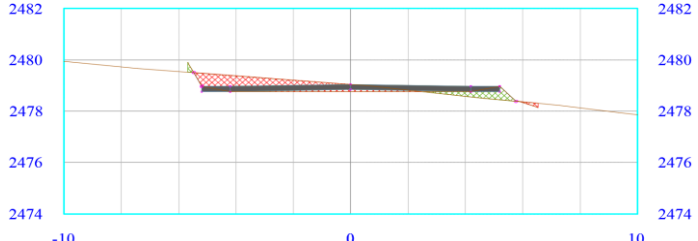

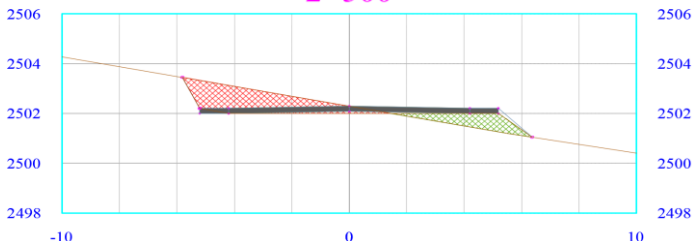

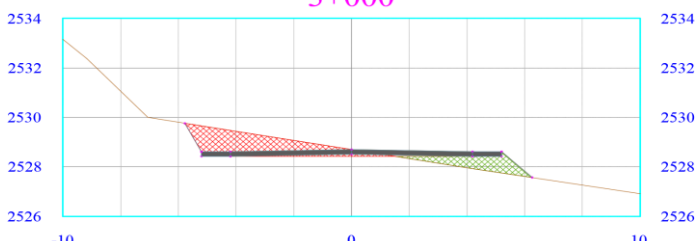

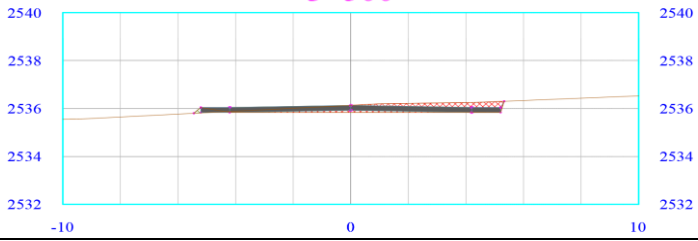

Continúa →

<p>A8</p>	<p>1+750</p>			<p>Cumple Parcialmente</p>
<p>A9</p>	<p>2+000</p>			<p>Cumple</p>
<p>A10</p>	<p>2+250</p>			<p>Cumple</p>
<p>A11</p>	<p>2+342,05</p>			<p>Cumple</p>

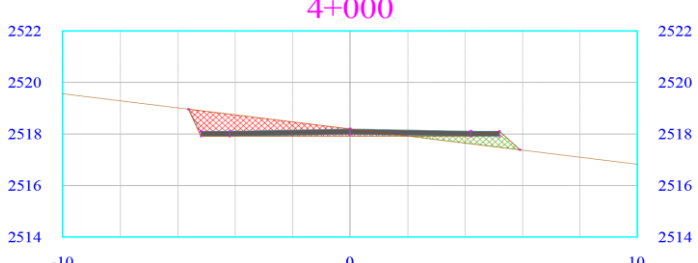

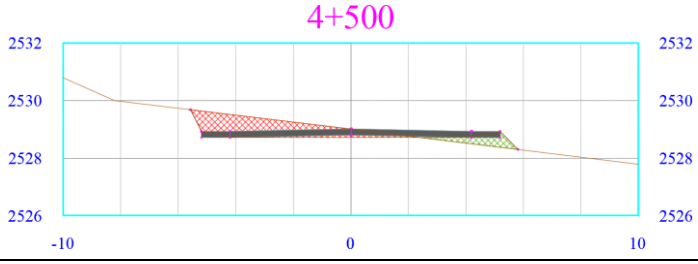

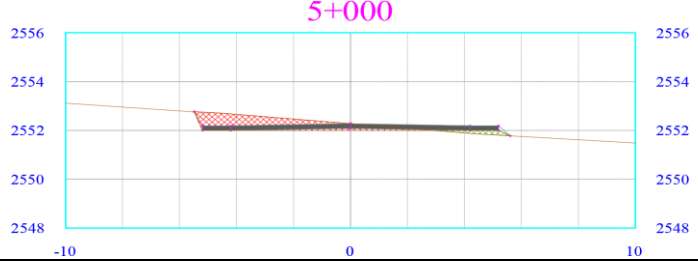

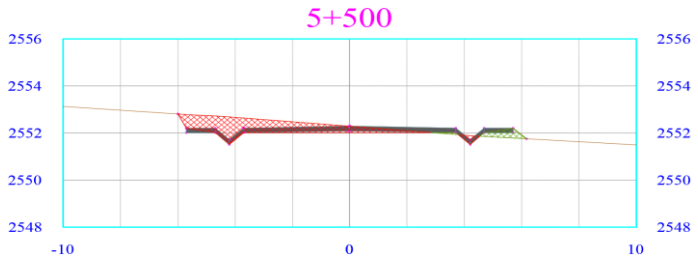

Continúa →

Av. Ilaló					
I1	0+000			Cumple	
I2	0+500			Cumple parcialmente	
I3	1+000			Cumple	
I4	1+500			Cumple	

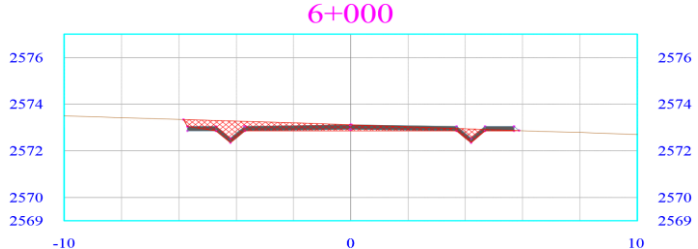



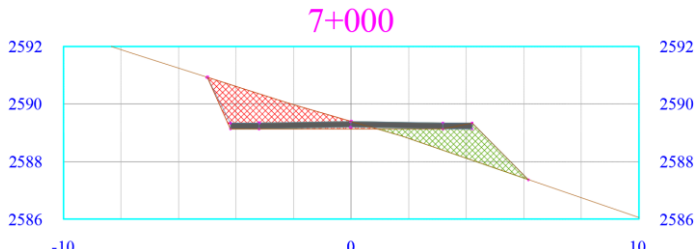

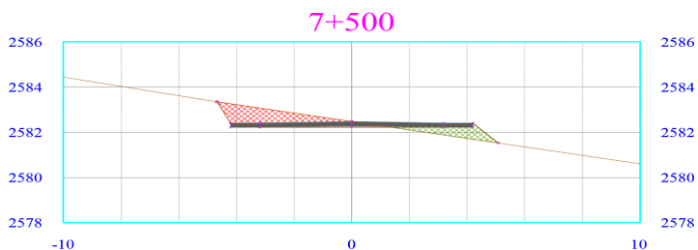

Continúa →

I5	2+000	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+000</p> 		Cumple
I6	2+500	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+500</p> 		Cumple
I7	3+000	<p style="text-align: center; color: magenta;">3+000</p> 		Cumple
I8	3+500	<p style="text-align: center; color: magenta;">3+500</p> 		Cumple parcialmente

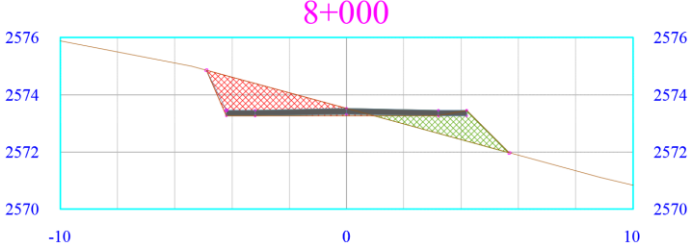

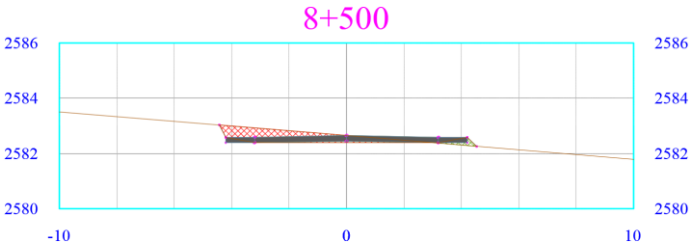

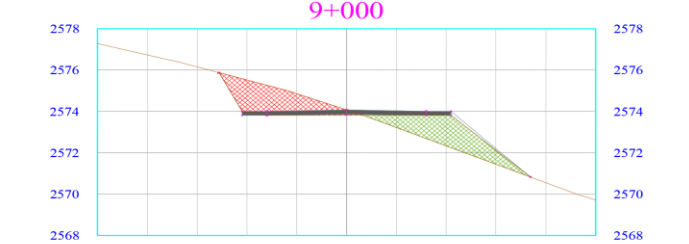

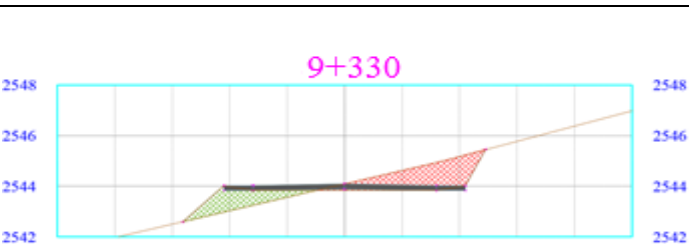

Continúa →

I9	4+000	 <p>4+000</p>		Cumple parcialmente
I10	4+500	 <p>4+500</p>		Cumple
I11	5+000	 <p>5+000</p>		Cumple
I12	5+500	 <p>5+500</p>		Cumple

Continúa →

I13	6+000			Cumple
I14	6+500			Cumple
I15	7+000			Cumple
I16	7+500			Cumple

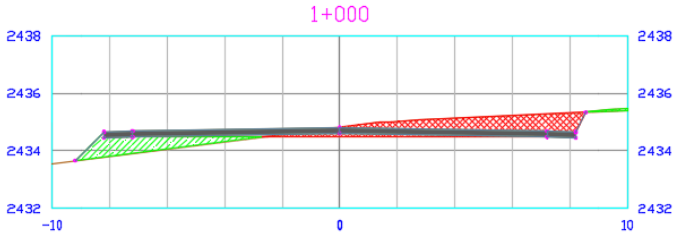

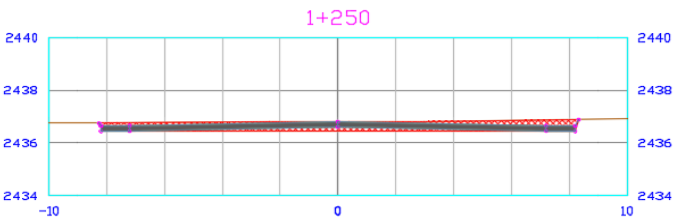

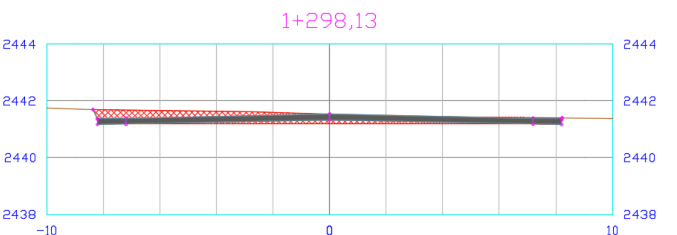

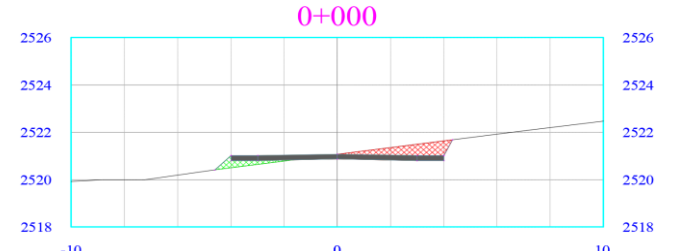

Continúa →

<p>I17</p>	<p>8+000</p>	 <p>8+000</p>		<p>Cumple</p>
<p>I18</p>	<p>8+500</p>	 <p>8+500</p>		<p>Cumple</p>
<p>I19</p>	<p>9+000</p>	 <p>9+000</p>		<p>Cumple</p>
<p>I20</p>	<p>9+330</p>	 <p>9+330</p>		<p>Cumple</p>

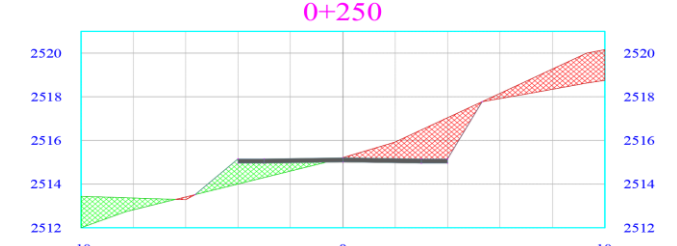

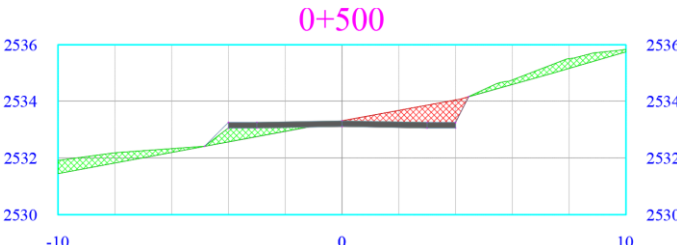

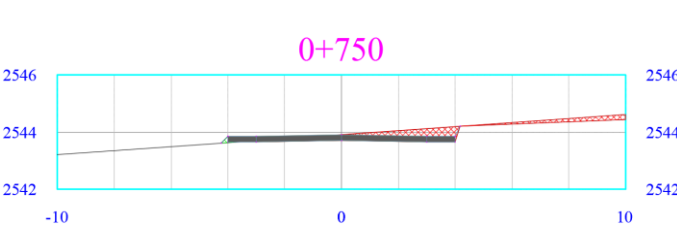

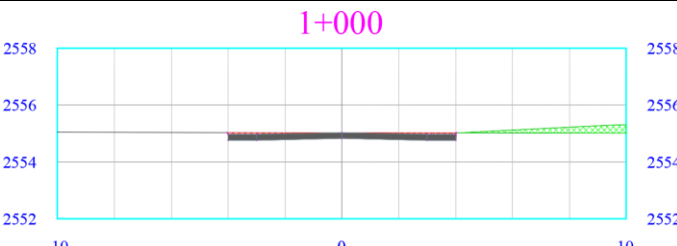

Continúa →

Parque de Los Planetas – Puente entrada Tingo				
P1	0+000			Cumple
P2	0+250			Cumple
P3	0+500			Cumple
P4	0+750			Cumple parcialmente

Continúa →

P5	1+000			Cumple
P6	1+250			Cumple
P7	1+298,13			Cumple
Santuario de Schoenstatt - Termas de La Merced				
S1	0+000			Cumple

Continúa →

S2	0+250	 <p>0+250</p>		Cumple
S3	0+500	 <p>0+500</p>		Cumple
S4	0+750	 <p>0+750</p>		Cumple
S5	1+000	 <p>1+000</p>		No cumple

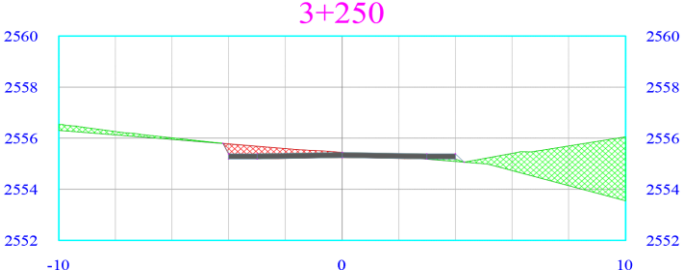

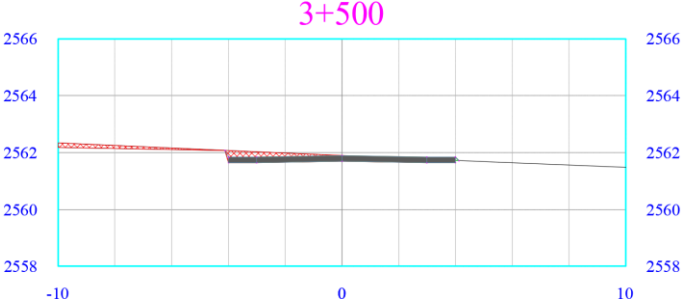

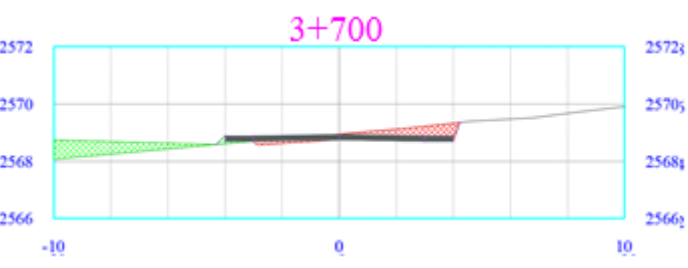

Continúa →

S6	1+250	<p style="text-align: center; color: magenta;">1+250</p>		Cumple parcialmente
S7	1+500	<p style="text-align: center; color: magenta;">1+500</p>		Cumple
S8	1+750	<p style="text-align: center; color: magenta;">1+750</p>		Cumple parcialmente
S9	2+000	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+000</p>		Cumple

Continúa →

S10	2+250	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+250</p>		Cumple
S11	2+500	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+500</p>		Cumple
S12	2+750	<p style="text-align: center; color: magenta;">2+750</p>		Cumple
S13	3+000	<p style="text-align: center; color: magenta;">3+000</p>		Cumple

Continúa →

S14	3+250			Cumple
S15	3+500			Cumple
S16	3+700			Cumple

La Tabla 45 indica el porcentaje de cumplimiento en campo con respecto a la información proporcionada por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, donde con un 91,74% se considera que la información coincide en su mayoría y por este motivo es posible utilizar la misma para el diseño técnico del proyecto. Para calificar se divide el 100% para el número de tramos que tenga cada ruta, donde si cumple en su totalidad corresponde al 100% de la calificación, si cumple parcialmente se tiene un 50% de la calificación y en caso de no cumplir su puntaje corresponde al 0% de la calificación.

Tabla 45.
Porcentaje de coincidencia en secciones transversales

Calificación	Tramo	Abscisa	Condición	Puntaje
Comuna Sorialoma (Sendero Ilaló)				
20,00	G1	0+000	Cumple	20,00
20,00	G2	0+250	Cumple	20,00
20,00	G3	0+500	Cumple	20,00
20,00	G4	0+750	Cumple parcialmente	10,00
20,00	G5	1+057,31	Cumple	20,00
100,00	Total (%)			90,00
Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)				
5,26	T1	0+000	Cumple	5,26
5,26	T2	0+250	Cumple	5,26
5,26	T3	0+500	Cumple	5,26
5,26	T4	0+750	Cumple	5,26
5,26	T5	1+000	Cumple	5,26
5,26	T6	1+250	Cumple	5,26
5,26	T7	1+500	Cumple	5,26
5,26	T8	1+750	Cumple	5,26
5,26	T9	2+000	Cumple	5,26
5,26	T10	2+250	Cumple parcialmente	2,63
5,26	T11	2+500	Cumple parcialmente	2,63
5,26	T12	2+750	Cumple parcialmente	2,63
5,26	T13	3+000	Cumple	5,26
5,26	T14	3+250	Cumple	5,26
5,26	T15	3+500	Cumple	5,26
5,26	T16	3+750	Cumple	5,26
5,26	T17	4+000	Cumple	5,26
5,26	T18	4+250	Cumple	5,26

Continúa →

5,26	T19	4+528	Cumple	5,26
100,000	Total (%)			92,11
Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia - Puente sobre el río San Pedro)				
9,09	A1	0+000	Cumple	9,09
9,09	A2	0+250	Cumple	9,09
9,09	A3	0+500	Cumple	9,09
9,09	A4	0+750	Cumple	9,09
9,09	A5	1+000	Cumple	9,09
9,09	A6	1+250	Cumple	9,09
9,09	A7	1+500	Cumple	9,09
9,09	A8	1+750	Cumple parcialmente	4,55
9,09	A9	2+000	Cumple	9,09
9,09	A10	2+250	Cumple	9,09
9,09	A11	2+342,05	Cumple	9,09
100,000	Total (%)			95,45
Av. Ilaló (Tingo - Piscinas Ilaló)				
5,00	I1	0+000	Cumple	5,00
5,00	I2	0+500	Cumple parcialmente	2,50
5,00	I3	1+000	Cumple	5,00
5,00	I4	1+500	Cumple	5,00
5,00	I5	2+000	Cumple	5,00
5,00	I6	2+500	Cumple	5,00
5,00	I7	3+000	Cumple	5,00
5,00	I8	3+500	Cumple parcialmente	2,50
5,00	I9	4+000	Cumple parcialmente	2,50
5,00	I10	4+500	Cumple	5,00
5,00	I11	5+000	Cumple	5,00
5,00	I12	5+500	Cumple	5,00
5,00	I13	6+000	Cumple	5,00
5,00	I14	6+500	Cumple	5,00
5,00	I15	7+000	Cumple	5,00
5,00	I16	7+500	Cumple	5,00
5,00	I17	8+000	Cumple	5,00
5,00	I18	8+500	Cumple	5,00
5,00	I19	9+000	Cumple	5,00
5,00	I20	9+330	Cumple	5,00
100,00	Total (%)			92,5

Continúa →

Av. Ilaló (Parque de Los Planetas - Tingo)				
14,29	P1	0+000	Cumple	14,29
14,29	P2	0+250	Cumple	14,29
14,29	P3	0+500	Cumple	14,29
14,29	P4	0+750	Cumple parcialmente	7,14
14,29	P5	1+000	Cumple	14,29
14,29	P6	1+250	Cumple	14,29
14,29	P7	1+298,13	Cumple	14,29
100,00	Total (%)			92,86
Santuario Schoenstatt - Termas de La Merced (Calle César Enrique Balseca, Jordán, Termas)				
6,25	S1	0+000	Cumple	6,25
6,25	S2	0+250	Cumple	6,25
6,25	S3	0+500	Cumple	6,25
6,25	S4	0+750	Cumple	6,25
6,25	S5	1+000	No cumple	0,00
6,25	S6	1+250	Cumple parcialmente	3,13
6,25	S7	1+500	Cumple	6,25
6,25	S8	1+750	Cumple parcialmente	3,13
6,25	S9	2+000	Cumple	6,25
6,25	S10	2+250	Cumple	6,25
6,25	S11	2+500	Cumple	6,25
6,25	S12	2+750	Cumple	6,25
6,25	S13	3+000	Cumple	6,25
6,25	S14	3+250	Cumple	6,25
6,25	S15	3+500	Cumple	6,25
6,25	S16	3+700	Cumple	6,25
100,00	Total (%)			87,50
Total neto (%)				91,74

Además, es necesario conocer el tipo de suelo en el área de los tramos que conforman la cicloruta definida (Figura 50); debido a que esta información sirve de base para la planificación, diseño y ejecución del proyecto.

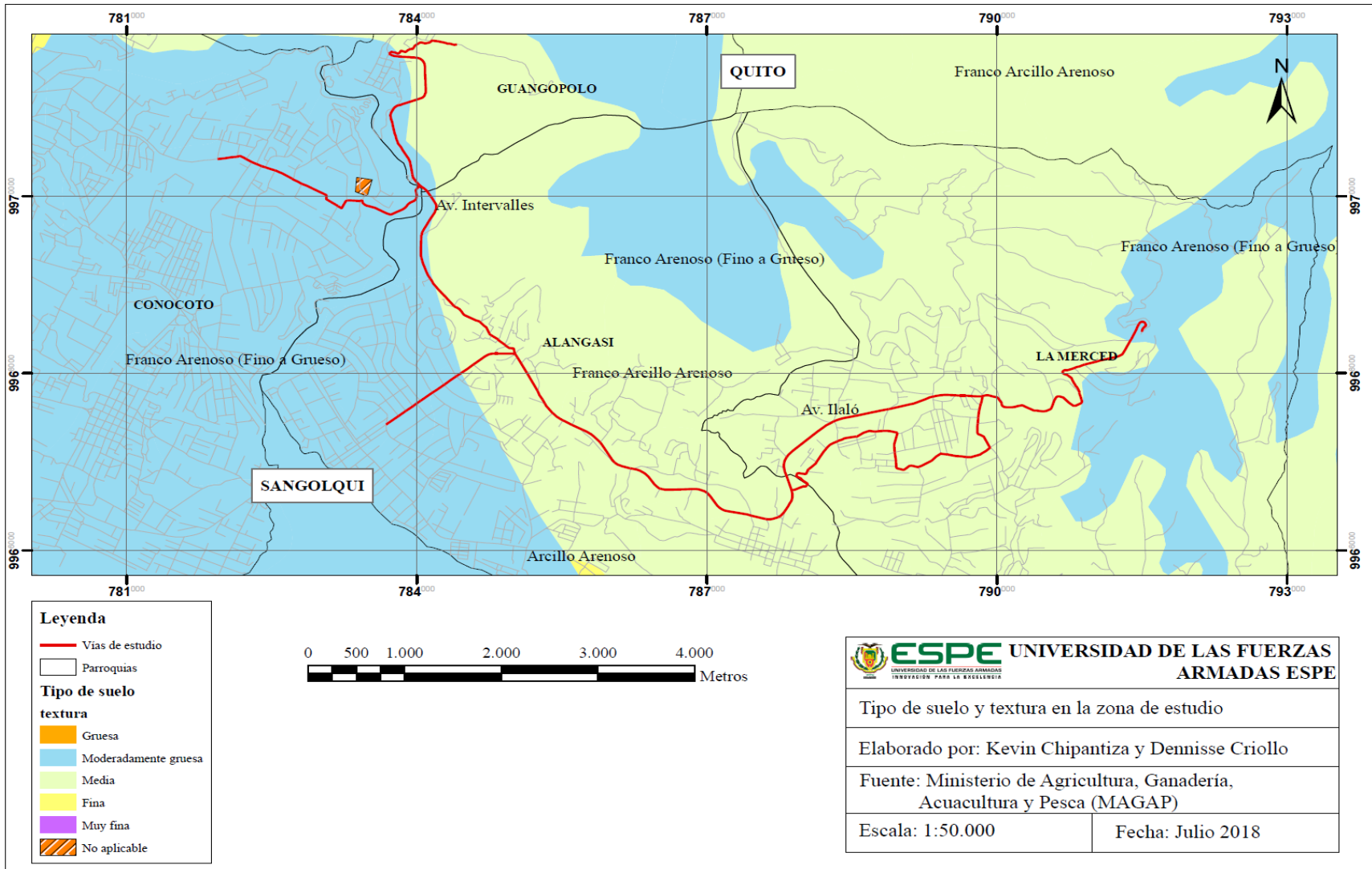


Figura 50. Tipo de suelo y textura de la zona de estudio

6.1.1. Diseño de ciclovia

Debido a que en Ecuador no existe una normativa específica para el diseño de ciclovías, en el presente proyecto se estudia distintos manuales de países que poseen mayor experiencia en la implementación de infraestructura ciclista, haciendo énfasis en que los documentos tienen similitud en sus conceptos; así como en los criterios técnicos para su diseño. La bibliografía utilizada se menciona en el marco teórico del presente proyecto; sin embargo, para tener un claro y conciso entendimiento de estos lineamientos se presenta en la Tabla 46 un cuadro resumen, donde se identifica los principales parámetros empleados para el diseño de una ciclovia, obtenidos de las fuentes bibliográficas que se consideran más comprensibles y detalladas.

Tabla 46.

Cuadro resumen de los parámetros técnicos para el diseño de una ciclovia

Parámetro		Descripción	Fuente
Ciclovías Compartidas			
Ancho de carril	Bicicletas circulan a la derecha del carril.	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente se recomienda de 3.6 a 4.2 m de ancho de carril, tomando la distancia desde el borde hasta la línea del carril o desde la unión longitudinal de la cuneta (la bandeja de la cuneta no es considerada). • En tramos con pendientes pronunciadas se necesitan más espacio de maniobra el ancho generalmente debe ser de 4.5 m • No se recomienda 4.5 m en tramos rectos constantes porque alientan a la operación indeseable de dos vehículos motorizados en un carril. 	(AASHTO, 1999)

Continúa →

Ancho de carril	Bicicletas circulan a la derecha del carril	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad máxima de operación 50 km/h • Ancho de carril mayor a 3 m • Marcas de pavimento al costado del carril 	(INEN, 2013)
	Bicicletas circulan en todo el carril.	<ul style="list-style-type: none"> • Generalmente el ancho de carril debe ser de 2.4 hasta 3.0 m • Velocidad máxima de operación 30 km/h • Marcas de pavimento en el centro del carril 	
Ciclovías de espaldón			
Ancho de espaldón		<ul style="list-style-type: none"> • Para caminos sin bordillos y cunetas el ancho mínimo es de 1.20 m. • Los espaldones pavimentados deben ser al menos de 1.20 m, la medición de la superficie utilizable no debe incluir el ancho de la cuneta, a menos que esta sea igual a 1.20 m. • Se recomienda un ancho de 1.5 m desde la parte frontal del bordillo al borde la carretera, incluida la cuneta en caso de que esta tenga un ancho de 0-3-0.6m. • Se recomienda un espaldón de 1.5 m o más si las velocidades exceden los 80 km/h, existe un alto porcentaje de buses y camiones o existen obstrucciones laterales. 	(AASHTO, 1999)
		<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad máxima de operación 90 km/h • Ancho mínimo de espaldón 1,20 m (ideal 1,50 m) 	(INEN, 2013)
Continúa →			

Ciclovías segregadas			
Separación mínima de obstáculos	<ul style="list-style-type: none"> • Donde el camino es adyacente a canales, zanjas o laderas más empinadas que 1:3 se requiere una separación mínima de 1.5 m desde el borde del camino pavimentado hasta la cima de la pendiente. • Dependiendo de la altura del terraplén y la condición en la parte inferior una barrera física como arbustos o barandillas pueden ser necesarias. • La distancia vertical a las obstrucciones debe ser al menos de 2.5 m • Un mínimo de 0.6 m de ancho con una pendiente máxima de 1:6 debe mantenerse a ambos lados del camino; sin embargo 0.9 m es recomendable a fin de proporcionar espacio libre desde las obstrucciones laterales. 	(AASHTO, 1999)	
Separación mínima de obstáculos		(AASHTO, 1999)	
Ancho de ciclovía	En sentido unidireccional	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo: 1.20 m • Recomendado: 1,50 m • Óptimo: 2,00 m 	(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005). Manual de diseño para

Continúa →

Ancho de ciclovia.	En sentido unidireccional	<ul style="list-style-type: none"> • En vías compartidas con peatones, patinadores, bicicletas el ancho mínimo debe ser de 1.8 m 	(AASHTO, 1999)
	En sentido bidireccional	<ul style="list-style-type: none"> • Si una ruta es de uso compartido debido a la existencia de corredores, bicicletas patinadores y peatones el ancho debe ser de 3.6 a 4.20 m • Mínimo: 2.00 m • Si existe obstáculos laterales en el área de operación del ciclista como bordillo o escalones: <ul style="list-style-type: none"> • $\leq 0.10 \text{ m} \rightarrow$ ancho: 2.50 m 0.25 m a cada lado de la ciclovia • $> 0.10 \text{ m} \rightarrow$ ancho: 3.00 m 0,50 m a cada lado de la ciclovia • La distancia de los obstaculos laterales discontinuos como: postes, árboles, etc. debe ser de 0,75 m 	

Continúa \longrightarrow

Ancho de ciclovia	En función al volumen de ciclistas	<ul style="list-style-type: none"> En función al volumen máximo por hora (b/h) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vía Unidireccional</th> <th colspan="2">Vía bidireccional</th> </tr> <tr> <th>Volumen máximo (b/h)</th> <th>Ancho (m)</th> <th>Volumen máximo por sentido (b/h)</th> <th>Ancho (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 a 150</td> <td>2,00</td> <td>0 a 50</td> <td>2,50</td> </tr> <tr> <td>151 a 750</td> <td>3,00 (2,50 min)</td> <td>51 a 150</td> <td>2,50 a 3,00</td> </tr> <tr> <td>> 750</td> <td>4,00 (3,50 min)</td> <td>> 150</td> <td>3,50 a 4,00</td> </tr> </tbody> </table>	Vía Unidireccional		Vía bidireccional		Volumen máximo (b/h)	Ancho (m)	Volumen máximo por sentido (b/h)	Ancho (m)	0 a 150	2,00	0 a 50	2,50	151 a 750	3,00 (2,50 min)	51 a 150	2,50 a 3,00	> 750	4,00 (3,50 min)	> 150	3,50 a 4,00	(Acuña Leiva, Heernández Vega, Jiménez Romero, Zamora Rojas, & Loría Salazar,
		Vía Unidireccional		Vía bidireccional																			
Volumen máximo (b/h)	Ancho (m)	Volumen máximo por sentido (b/h)	Ancho (m)																				
0 a 150	2,00	0 a 50	2,50																				
151 a 750	3,00 (2,50 min)	51 a 150	2,50 a 3,00																				
> 750	4,00 (3,50 min)	> 150	3,50 a 4,00																				
Velocidad de circulación	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad promedio 25 km/h y 30 km/h en terrenos planos. En pendientes descendentes muy prolongadas con la técnica correcta para romper el viento 50 m/h 	(INEN, 2013)																					

Continúa →

Velocidad de diseño	<ul style="list-style-type: none"> • En condiciones normales: terreno plano, pavimentado, buenas condiciones climáticas la velocidad recomendada es de 30 km/h • En terrenos no pavimentados = 25 km/h • En descensos pronunciado <table border="1" data-bbox="837 488 1365 833"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pendiente (%)</th> <th colspan="3">Longitud (m)</th> <th rowspan="2">Velocidad Km/h</th> </tr> <tr> <th>25 a 75</th> <th>75 a 150</th> <th>>150</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 a 5</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>45</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 a 8</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>55</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>45</td> <td>55</td> <td>60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Pendiente (%)	Longitud (m)			Velocidad Km/h	25 a 75	75 a 150	>150	3 a 5	35	40	45		6 a 8	40	50	55		9	45	55	60		(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)
Pendiente (%)	Longitud (m)			Velocidad Km/h																					
	25 a 75	75 a 150	>150																						
3 a 5	35	40	45																						
6 a 8	40	50	55																						
9	45	55	60																						
Radio de curvatura	<ul style="list-style-type: none"> • En función al ángulo de inclinación del ciclista $R = \frac{0.0079V^2}{\tan \theta}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R = Radio mínima de curvatura (m) • V = Velocidad de diseño (km/h) • θ = Ángulo de inclinación (grados) 	(AASHTO, 1999)																							

Continúa →

Radio de curvatura	<ul style="list-style-type: none"> • En función al peralte y coeficiente de fricción $R = \frac{V^2}{127 \left(\frac{e}{100} + f \right)}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R = Radio mínimo de curvatura (m) - e = Peralte (%) • V = Velocidad de diseño (km/h) - f = coeficiente de fricción 	(AASHTO, 1999)
Coeficiente de fricción	<ul style="list-style-type: none"> • Para superficies pavimentadas $f = 0,38 - \frac{V}{300}$ <ul style="list-style-type: none"> • Para superficies con materiales sueltos se debe utilizar la mitad del valor para calcular el radio de giro 	(Acuña Leiva, Heernández Vega, Jiménez Romero, Zamora
Peralte	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo 12% porque mayor a este puede causar movimientos lentos por la sensación de inclinación. • Curvas con pendientes > 4% = peralte máximo 8% • Mínimo 2% para un buen drenaje 	(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia;

Continúa →

<p style="text-align: center;">Pendientes</p>	<p>En función a longitud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3-5% hasta 500 m • 5-6% hasta 240 m • 7% hasta 120 m • 8% hasta 90 m • 9% hasta 60 m • 10% hasta 30 m • 11+% hasta 15 m <p style="text-align: center;">} Longitudes máximas de pendiente</p>	<p>(AASHTO, 1999)</p>
			<p>(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)</p>
<p>Pendientes</p>	<p>Según el desnivel a superar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente máxima y deseable 	<p>(CIDATT; Fundación</p>

	<p>The graph plots 'DESIVEL (m)' on the vertical axis (0 to 10) against 'PENDIENTES' on the horizontal axis (1/5 to 1/75). Two lines originate from the origin (0,0). The upper line, labeled 'MAXIMA', passes through points such as (1/10, 2), (1/20, 4), (1/40, 8), and (1/50, 10). The lower line, labeled 'DESEABLE', passes through points such as (1/10, 1), (1/20, 2), (1/40, 4), (1/60, 6), and (1/75, 7.5).</p>	<p>Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)</p>
<p>Recomendaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No se recomienda más del 3% en caminos compartidos con superficie sin pavimentar. • Pendientes mayores al 6% causan fatiga. • Los grados en las rutas de uso compartido deben mantenerse al mínimo, especialmente en inclinaciones largas. • No se recomienda inclinaciones mayores al 5% en vías compartidas, porque los ascensos se dificultan y los descensos causan que el ciclista supere las velocidades de diseño. • Pendientes menores al 3% se consideran plano 	<p>(AASHTO, 1999)</p>

Continúa →

Distancia de visibilidad	Distancia de visibilidad mínima de parada	$S = \frac{V^2}{254(G + f)} + \frac{V}{1,4}$	(AASHTO, 1999)
		<p>Donde:</p> <p>S = Distancia de visibilidad de parada (m)</p> <p>V = Velocidad de diseño (km/h)</p> <p>f = coeficiente de fricción (0,25)</p> <p>G = pendiente (%), (-) cuesta abajo y (+) cuesta arriba</p> <ul style="list-style-type: none"> Distancia de visibilidad en función a la velocidad de diseño y la pendiente <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> Para ciclovías bidireccionales se calcula en función a las líneas de descenso. 	(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)

Continúa →

Distancia de visibilidad	En curvas horizontales	<ul style="list-style-type: none"> La distancia de visibilidad en curvas horizontales debe proveer un espacio de despeje lateral requerido $M = R \left(1 - \cos \left(28,65 * \frac{S}{R} \right) \right)$ <p>donde:</p> <p>M = Despeje lateral, medido desde la línea central y la obstrucción visual (m)</p> <p>S = Distancia de visibilidad de parada (m) R = Radio en el centro del carril (m)</p> <div data-bbox="856 690 1430 1079" data-label="Diagram"> <p>El diagrama ilustra una curva horizontal. Una línea de centro (dashed line) define la trayectoria de la curva. Una línea de visión (red arrow) muestra la distancia desde el inicio de la curva hasta una obstrucción visual (Obstrucción visual). El despeje lateral (Despeje lateral, red arrow) es la distancia desde la línea de centro hasta la obstrucción visual. El radio de giro (Radio de giro) es el radio de la curva, medido desde el centro de giro hasta la línea de centro.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> En ciclovías bidireccionales se recomienda para evitar accidentes de colisión entre ciclistas que el campo de visión sea igual a dos veces la distancia de visibilidad; no obstante si no se logra obtener esta distancia de visibilidad se debe pintar una línea central continua entre carriles desde el inicio de la curva y 10 metros más allá del punto final de la curva. 	<p>(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)</p>
--------------------------	------------------------	--	---

Continúa →

<p>Distancia de visibilidad</p>	<p>En curvas horizontales</p>	<ul style="list-style-type: none"> La visibilidad de varios radios de curvatura en función al despeje lateral 	<p>(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)</p>
---------------------------------	-------------------------------	--	---

Continúa →

Distancia de visibilidad	En curvas verticales	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud mínima de curvas verticales en base a la distancia de visibilidad, asumiendo que la altura de los ojos del ciclista = 1,40 m y la altura del objeto = 0,0 m • Cuando $S > L$ (Distancia de visibilidad > Longitud de la curva) $L_{\min} = 2S - \frac{280}{A}$ • Cuando $S < L$ (Distancia de visibilidad < Longitud de la curva) $L_{\min} = \frac{AS^2}{280}$ <p>donde:</p> <p>L = Longitud mínima de la curva vertical (m)</p> <p>A = Diferencia algebraica de pendientes (%)</p> <p>S = Distancia de visibilidad (m)</p>	(AASHTO, 1999)
--------------------------	----------------------	---	-----------------

Continúa →

Distancia de visibilidad	Curvas verticales	<ul style="list-style-type: none"> Cuando $S = L$, está representado por el área sombreada de la figura a continuación 	(AASHTO, 1999)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">A (%)</th> <th colspan="20">S = Stopping Sight Distance (m)</th> </tr> <tr> <th>10</th><th>15</th><th>20</th><th>25</th><th>30</th><th>35</th><th>40</th><th>45</th><th>50</th><th>55</th><th>60</th><th>65</th><th>70</th><th>75</th><th>80</th><th>85</th><th>90</th><th>95</th><th>100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>17</td><td>27</td><td>37</td><td>47</td><td>57</td><td>67</td><td>77</td><td>87</td><td>97</td><td>107</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>91</td><td>103</td><td>116</td><td>129</td><td>143</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>14</td><td>24</td><td>34</td><td>44</td><td>54</td><td>64</td><td>75</td><td>88</td><td>100</td><td>114</td><td>129</td><td>145</td><td>161</td><td>179</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td>3</td><td>13</td><td>23</td><td>33</td><td>43</td><td>54</td><td>65</td><td>77</td><td>91</td><td>105</td><td>121</td><td>137</td><td>155</td><td>174</td><td>193</td><td>214</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>51</td><td>63</td><td>76</td><td>90</td><td>106</td><td>123</td><td>141</td><td>160</td><td>181</td><td>203</td><td>226</td><td>250</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>5</td><td>15</td><td>25</td><td>35</td><td>46</td><td>58</td><td>71</td><td>86</td><td>103</td><td>121</td><td>140</td><td>161</td><td>183</td><td>206</td><td>231</td><td>258</td><td>286</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td>9</td><td>19</td><td>29</td><td>39</td><td>51</td><td>65</td><td>80</td><td>97</td><td>116</td><td>136</td><td>158</td><td>181</td><td>206</td><td>232</td><td>260</td><td>290</td><td>321</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td>2</td><td>12</td><td>22</td><td>32</td><td>44</td><td>57</td><td>72</td><td>89</td><td>108</td><td>129</td><td>151</td><td>175</td><td>201</td><td>229</td><td>258</td><td>289</td><td>322</td><td>357</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>5</td><td>15</td><td>25</td><td>35</td><td>48</td><td>63</td><td>80</td><td>98</td><td>119</td><td>141</td><td>166</td><td>193</td><td>221</td><td>251</td><td>284</td><td>318</td><td>355</td><td>393</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td>7</td><td>17</td><td>27</td><td>39</td><td>53</td><td>69</td><td>87</td><td>107</td><td>130</td><td>154</td><td>181</td><td>210</td><td>241</td><td>274</td><td>310</td><td>347</td><td>387</td><td>429</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td>8</td><td>18</td><td>29</td><td>42</td><td>57</td><td>74</td><td>94</td><td>116</td><td>140</td><td>167</td><td>196</td><td>228</td><td>261</td><td>297</td><td>335</td><td>376</td><td>419</td><td>464</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td>10</td><td>20</td><td>31</td><td>45</td><td>61</td><td>80</td><td>101</td><td>125</td><td>151</td><td>180</td><td>211</td><td>245</td><td>281</td><td>320</td><td>361</td><td>405</td><td>451</td><td>500</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>1</td><td>11</td><td>21</td><td>33</td><td>48</td><td>66</td><td>86</td><td>108</td><td>134</td><td>162</td><td>193</td><td>226</td><td>263</td><td>301</td><td>343</td><td>387</td><td>434</td><td>483</td><td>536</td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>3</td><td>13</td><td>23</td><td>36</td><td>51</td><td>70</td><td>91</td><td>116</td><td>143</td><td>173</td><td>206</td><td>241</td><td>280</td><td>321</td><td>366</td><td>413</td><td>463</td><td>516</td><td>571</td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>4</td><td>14</td><td>24</td><td>38</td><td>55</td><td>74</td><td>97</td><td>123</td><td>152</td><td>184</td><td>219</td><td>257</td><td>298</td><td>342</td><td>389</td><td>439</td><td>492</td><td>548</td><td>607</td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>4</td><td>14</td><td>26</td><td>40</td><td>58</td><td>79</td><td>103</td><td>130</td><td>161</td><td>194</td><td>231</td><td>272</td><td>315</td><td>362</td><td>411</td><td>464</td><td>521</td><td>580</td><td>643</td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td>5</td><td>15</td><td>27</td><td>42</td><td>61</td><td>83</td><td>109</td><td>137</td><td>170</td><td>205</td><td>244</td><td>287</td><td>333</td><td>382</td><td>434</td><td>490</td><td>550</td><td>612</td><td>679</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>6</td><td>16</td><td>29</td><td>45</td><td>64</td><td>88</td><td>114</td><td>145</td><td>179</td><td>216</td><td>257</td><td>302</td><td>350</td><td>402</td><td>457</td><td>516</td><td>579</td><td>645</td><td>714</td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>7</td><td>17</td><td>30</td><td>47</td><td>68</td><td>92</td><td>120</td><td>152</td><td>188</td><td>227</td><td>270</td><td>317</td><td>368</td><td>422</td><td>480</td><td>542</td><td>608</td><td>677</td><td>750</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>7</td><td>18</td><td>31</td><td>49</td><td>71</td><td>96</td><td>126</td><td>159</td><td>196</td><td>238</td><td>283</td><td>331</td><td>385</td><td>442</td><td>503</td><td>568</td><td>636</td><td>709</td><td>786</td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>8</td><td>18</td><td>33</td><td>51</td><td>74</td><td>101</td><td>131</td><td>166</td><td>205</td><td>248</td><td>296</td><td>347</td><td>403</td><td>462</td><td>526</td><td>593</td><td>665</td><td>741</td><td>821</td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>8</td><td>19</td><td>34</td><td>54</td><td>77</td><td>105</td><td>137</td><td>174</td><td>214</td><td>259</td><td>309</td><td>362</td><td>420</td><td>482</td><td>549</td><td>619</td><td>694</td><td>774</td><td>857</td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>9</td><td>20</td><td>36</td><td>56</td><td>80</td><td>109</td><td>143</td><td>181</td><td>223</td><td>270</td><td>321</td><td>377</td><td>438</td><td>502</td><td>571</td><td>645</td><td>723</td><td>806</td><td>893</td><td></td></tr> </tbody> </table>		A (%)	S = Stopping Sight Distance (m)																				10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	2															10	20	30	40	50	60	3									7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107		4							10	20	30	40	50	60	70	80	91	103	116	129	143		5				4	14	24	34	44	54	64	75	88	100	114	129	145	161	179			6			3	13	23	33	43	54	65	77	91	105	121	137	155	174	193	214			7			10	20	30	40	51	63	76	90	106	123	141	160	181	203	226	250			8		5	15	25	35	46	58	71	86	103	121	140	161	183	206	231	258	286			9		9	19	29	39	51	65	80	97	116	136	158	181	206	232	260	290	321			10		2	12	22	32	44	57	72	89	108	129	151	175	201	229	258	289	322	357		11		5	15	25	35	48	63	80	98	119	141	166	193	221	251	284	318	355	393		12		7	17	27	39	53	69	87	107	130	154	181	210	241	274	310	347	387	429		13		8	18	29	42	57	74	94	116	140	167	196	228	261	297	335	376	419	464		14		10	20	31	45	61	80	101	125	151	180	211	245	281	320	361	405	451	500		15	1	11	21	33	48	66	86	108	134	162	193	226	263	301	343	387	434	483	536		16	3	13	23	36	51	70	91	116	143	173	206	241	280	321	366	413	463	516	571		17	4	14	24	38	55	74	97	123	152	184	219	257	298	342	389	439	492	548	607		18	4	14	26	40	58	79	103	130	161	194	231	272	315	362	411	464	521	580	643		19	5	15	27	42	61	83	109	137	170	205	244	287	333	382	434	490	550	612	679		20	6	16	29	45	64	88	114	145	179	216	257	302	350	402	457	516	579	645	714		21	7	17	30	47	68	92	120	152	188	227	270	317	368	422	480	542	608	677	750		22	7	18	31	49	71	96	126	159	196	238	283	331	385	442	503	568	636	709	786		23	8	18	33	51	74	101	131	166	205	248	296	347	403	462	526	593	665	741	821		24	8	19	34	54	77	105	137	174	214	259	309	362	420	482	549	619	694	774	857		25	9	20	36	56	80	109	143	181	223	270	321	377	438	502	571	645	723	806	893	
		A (%)			S = Stopping Sight Distance (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		2																10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		3										7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		4								10	20	30	40	50	60	70	80	91	103	116	129	143																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		5					4	14	24	34	44	54	64	75	88	100	114	129	145	161	179																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		6				3	13	23	33	43	54	65	77	91	105	121	137	155	174	193	214																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		7				10	20	30	40	51	63	76	90	106	123	141	160	181	203	226	250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		8			5	15	25	35	46	58	71	86	103	121	140	161	183	206	231	258	286																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		9			9	19	29	39	51	65	80	97	116	136	158	181	206	232	260	290	321																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		10			2	12	22	32	44	57	72	89	108	129	151	175	201	229	258	289	322	357																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		11			5	15	25	35	48	63	80	98	119	141	166	193	221	251	284	318	355	393																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		12			7	17	27	39	53	69	87	107	130	154	181	210	241	274	310	347	387	429																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		13			8	18	29	42	57	74	94	116	140	167	196	228	261	297	335	376	419	464																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		14			10	20	31	45	61	80	101	125	151	180	211	245	281	320	361	405	451	500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		15		1	11	21	33	48	66	86	108	134	162	193	226	263	301	343	387	434	483	536																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		16		3	13	23	36	51	70	91	116	143	173	206	241	280	321	366	413	463	516	571																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		17		4	14	24	38	55	74	97	123	152	184	219	257	298	342	389	439	492	548	607																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		18		4	14	26	40	58	79	103	130	161	194	231	272	315	362	411	464	521	580	643																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		19		5	15	27	42	61	83	109	137	170	205	244	287	333	382	434	490	550	612	679																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		20		6	16	29	45	64	88	114	145	179	216	257	302	350	402	457	516	579	645	714																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		21		7	17	30	47	68	92	120	152	188	227	270	317	368	422	480	542	608	677	750																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		22		7	18	31	49	71	96	126	159	196	238	283	331	385	442	503	568	636	709	786																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
23	8	18	33	51	74	101	131	166	205	248	296	347	403	462	526	593	665	741	821																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
24	8	19	34	54	77	105	137	174	214	259	309	362	420	482	549	619	694	774	857																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25	9	20	36	56	80	109	143	181	223	270	321	377	438	502	571	645	723	806	893																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Continúa →

Sobreancho	Por pendiente	<ul style="list-style-type: none"> Debido a las altas velocidades que alcanza el ciclista en los descensos se requiere de un mayor espacio para poder maniobrar, así como en los ascensos se tiene la necesidad de desplazarse de un lado hacia otro para mantener el balance. Se tiene así el sobreancho de ciclovías por pendiente <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pendiente (%)</th> <th colspan="3">Longitud (m)</th> </tr> <tr> <th>26 a 75</th> <th>75 a 150</th> <th>>150</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>>3 a <=6</td> <td>0</td> <td>20 cm</td> <td>30 cm</td> </tr> <tr> <td>>6 a <=9</td> <td>20 cm</td> <td>30 cm</td> <td>40 cm</td> </tr> <tr> <td>>9</td> <td>30 cm</td> <td>40 cm</td> <td>50 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Pendiente (%)	Longitud (m)			26 a 75	75 a 150	>150	>3 a <=6	0	20 cm	30 cm	>6 a <=9	20 cm	30 cm	40 cm	>9	30 cm	40 cm	50 cm	(CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET, 2005)
	Pendiente (%)	Longitud (m)																				
26 a 75		75 a 150	>150																			
>3 a <=6	0	20 cm	30 cm																			
>6 a <=9	20 cm	30 cm	40 cm																			
>9	30 cm	40 cm	50 cm																			
Por radio de curvatura	<ul style="list-style-type: none"> Debe ubicarse en el interior de las curvas. Para radios de curvatura menor a 32 m se incrementa el riesgo de colisión por lo que se presenta sobreanchos para el interior de la curva según el radio de curvatura. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Radio de curvatura (m)</th> <th>Sobreanchos requerido (Pendiente entre el 0% al 3%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>24 a 32</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>16 a 24</td> <td>50 cm</td> </tr> <tr> <td>8 a 16</td> <td>75 cm</td> </tr> <tr> <td>0 a 8</td> <td>100 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Radio de curvatura (m)	Sobreanchos requerido (Pendiente entre el 0% al 3%)	24 a 32	25 cm	16 a 24	50 cm	8 a 16	75 cm	0 a 8	100 cm											
Radio de curvatura (m)	Sobreanchos requerido (Pendiente entre el 0% al 3%)																					
24 a 32	25 cm																					
16 a 24	50 cm																					
8 a 16	75 cm																					
0 a 8	100 cm																					

En la Tabla 47 se establece los criterios técnicos aplicados netamente a las ciclovías en las zonas rurales y suburbanas del DMQ, siendo importante tomar en cuenta esta información debido a que el área de estudio pertenece a la Administración Zonal Valle de Los Chillos, que es de carácter rural-suburbano y conforma una de las nueve Administraciones Zonales del Distrito. Sin embargo, debido a la insuficiente información, se complementa la misma en la Tabla 48 con las especificaciones mínimas para ciclovías en los sectores urbanos.

Tabla 47.

Parámetros técnicos mínimos para vías rurales

Ciclovía	N° de carriles	Ancho de carril (m)	Banda de protección (m)	Distancia paralela entre ejes viales (m)	Ancho total mínimo (m)	Velocidad de proyecto (km/h)	Radio mínimo de curvatura (m)
Ciclovía suburbana	2	1,20	-	-	2,4	30	3

Nota: Puede existir un menor número de carriles a lo especificado si el estudio de tráfico lo afirma.

Fuente: (Ordenanza 172 , 2011)

Tabla 48.*Parámetros técnicos para ciclovías urbanas en el Distrito Metropolitano de Quito*

Ciclovía	N° de carriles	Ancho carril (m)	Banda de protección (m)	Acera (m)	Espaldón (m)	Ancho total mínimo (m)	Velocidad de proyecto (km/h)	Velocidad máxima de operación (km/h)	Radio mínimo de esquinas al bordillo (m)
A (Acera-bici)	1	1,10	0,75	Según tipo de vía	-	1,85	25,00	20,00	3,00
	2	1,10	0,75		-	2,95	25,00	20,00	3,00
B (Faja Ciclística)	1	1,50	-		-	1,50	25,00	20,00	3,00
	2	1,30	-		-	2,60	25,00	20,00	3,00
C (Vía Ciclística)	1	1,20	0,75	-	1,95	30,00	25,00	3,00	
	2	1,20	0,75	-	3,15	30,00	25,00	3,00	
D (Recreativa)	2	1,10	-	-	-	2,20	-	-	-

Fuente: (Ordenanza 172 , 2011)

Con la información sintetizada se puede desarrollar el diseño de los tramos que conforman la ciclovía, haciendo énfasis en que los recorridos de ciclovía segregada requieren un diseño completo, mientras para los espacios compartidos y de espaldón se debe verificar que su sección sea apta para la circulación ciclística. En el Anexo 4 se detalla un plano temático de la zona del proyecto; donde se esquematiza las áreas con construcción, de uso público, terreno con propietario y terreno natural; para de este modo determinar cuál sería la mejor ruta y que tipo de ciclovía se adapta de forma óptima a estas particularidades, buscando con esto la opción que perjudique lo menos posible a la zona de estudio y reduzca el costo de la implementación del proyecto por indemnización.

Se desarrolla a continuación el diseño horizontal y vertical de la ciclovía, tomando como referencia a la avenida Intervalles para definir las distintas variables dentro del diseño, considerando que se utiliza la misma metodología para el resto de circuitos que conforman la cicloruta, detallando los cálculos respectivos en el Anexo 5.

6.1.1.1. Diseño horizontal

Avenida Intervalles (0+000 - 4+528)

Se tiene desde la abscisa 0+000 hasta 1+008,06 una ciclovía segregada bidireccional, separada del flujo motorizado por un espacio de resguardo (parterre) de ancho igual a 1,60 m incluido el bordillo de 0,10 m; donde, se localizan los postes de iluminación y señalética. A fin de realizar la menor intervención posible desde la abscisa 1+008,06 hasta 1+600 se realiza una ciclovía compartida, puesto que este tramo coincide con un poblado donde existe un espacio limitado y el área para expropiación es grande. El tramo desde la abscisa 1+600 hasta 3+290 corresponde a una ciclovía segregada bidireccional de igual forma delimitada del flujo vehicular motorizado por un parterre igual a 1,60 m y para el tramo final que va desde la abscisa 3+290 hasta 4+528 se tiene una ciclovía compartida por los mismos motivos ya expuesto con anterioridad para este tipo de cicloruta en la zona.

Ancho de la ciclovía

Para la ciclovía segregada en la Figura 51 se visualiza una sección transversal tipo, donde se detalla el acoplamiento de la ciclovía a la vía existente, con un ancho total de 2,50 m sin considerar el sobreancho. Esta distancia permite cumplir con los espacios de resguardo sugeridos con respecto al bordillo de 10 cm de altura que se tiene a cada lado y con relación a los postes de iluminación que se localizan de manera discontinua a lo largo de la vía.

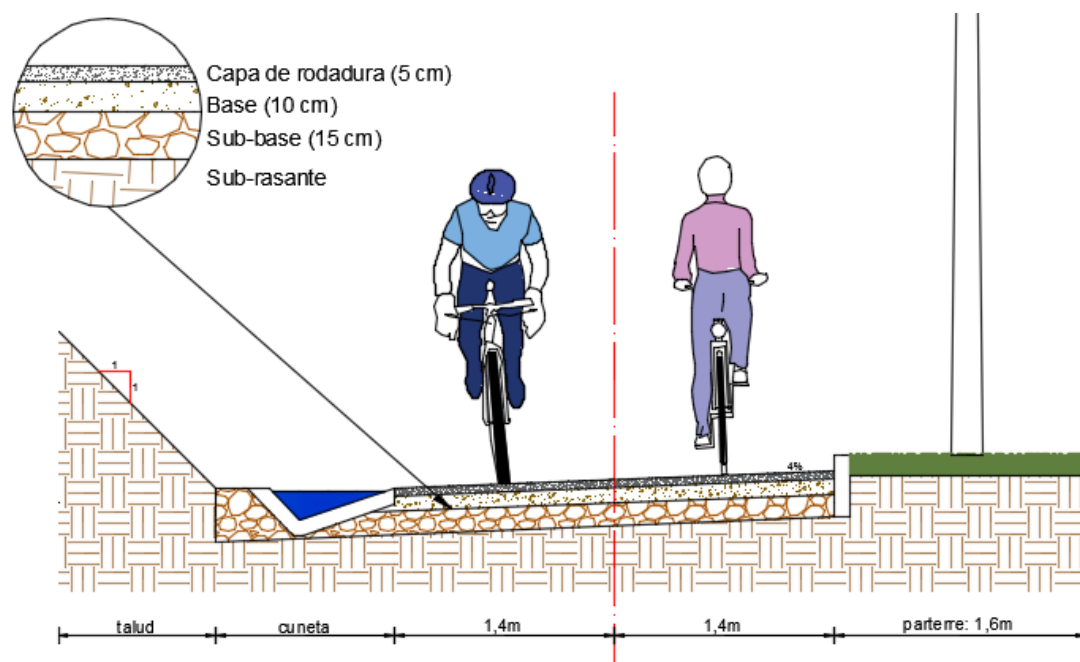


Figura 51. Sección tipo de ciclovía segregada en la avenida Intervalles.

Además, en la Figura 52 y Figura 53 se detalla el día; así como la hora con mayor flujo de bicicletas por sentido de circulación en la avenida Intervalles, de donde se obtiene que el mayor flujo de ambos sentidos es igual a 12 bicicletas por hora, al proyectar este valor dentro de 15 años a una tasa de crecimiento que según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) es del 3,96% se tiene un total de 22 bicicletas, basados en este resultado según la Tabla 46 se demuestra que 2,50 m de ancho es suficiente para satisfacer la demanda de ciclistas a futuro.

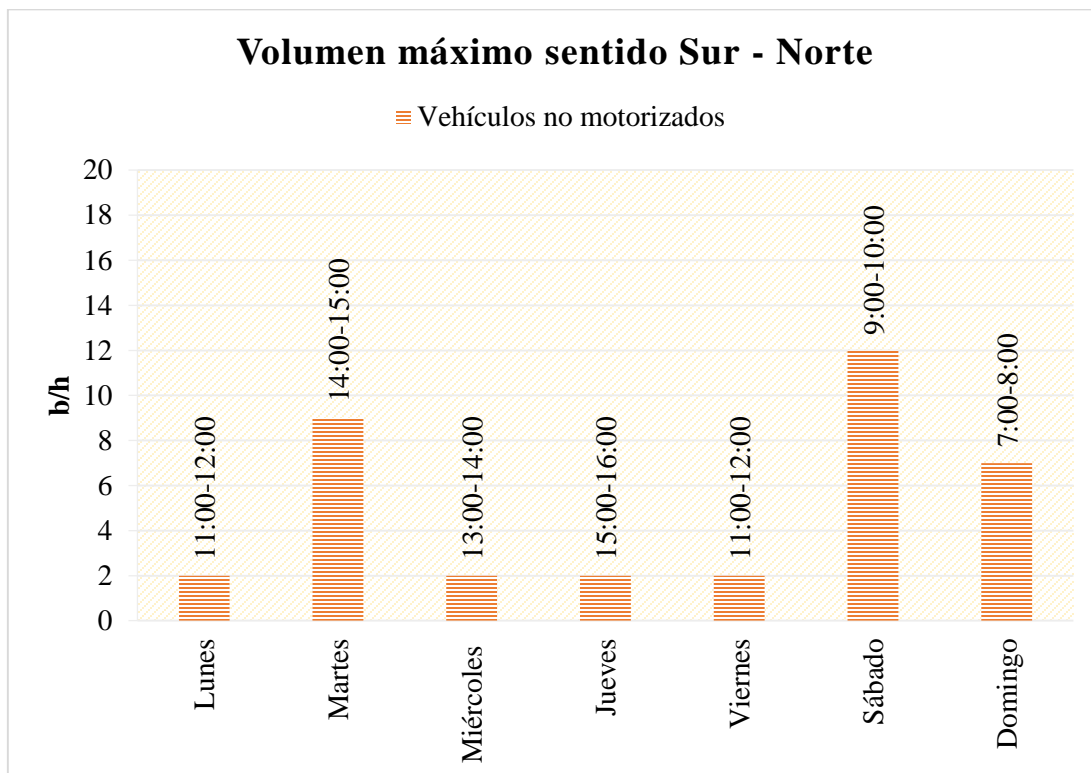


Figura 52. Flujo máximo de bicicletas Avenida Intervalles sentido sur-norte por hora

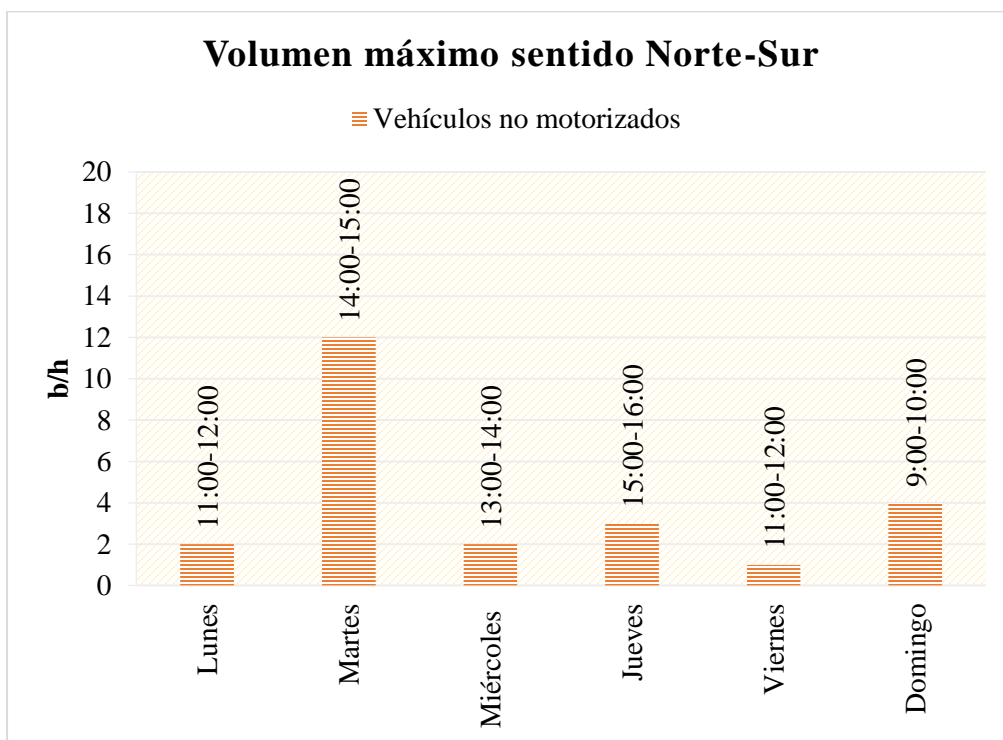


Figura 53. Flujo máximo de bicicletas Avenida Intervalles sentido norte-sur por hora

Para la ciclovía compartida el espacio que ocupe el ciclista depende del ancho del carril de circulación vehicular motorizado. Como se distingue en la Tabla 36 los dos tramos compartidos dentro de la avenida Intervalles tienen ancho de carril mayor a los 3 m, tomando en cuenta las especificaciones técnicas establecidas, al ciclista le es posible transitar en el lado derecho del carril para flujo vehicular motorizado (Figura 54).

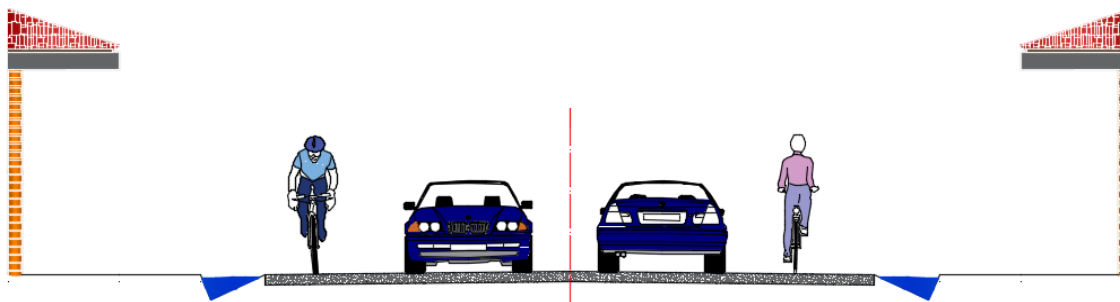


Figura 54. Sección tipo de ciclovía compartida en la Avenida Intervalles

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño recomendada está en función a la pendiente en porcentaje de cada tramo dentro de la ciclovía. Los tramos son tomados en sentido Norte-Sur, donde el signo negativo de la pendiente representa que el tramo se encuentra de forma descendente. Considerando el criterio propio se define una velocidad de diseño en base a la seguridad que se requiere dar a la ciclovía; así como una velocidad de operación (velocidad de señalética), estos valores se estipulan tomando en cuenta que, los usuarios no siempre respetan la velocidad que dictamina la señalética, por este motivo se recomienda que la ciclovía este diseñada para una velocidad mayor que la de operación. Entonces se tiene así que para el proyecto la velocidad de operación y la velocidad de diseño definitiva según el tramo son variables como se muestra en la Tabla 49, tomando en cuenta que la (AASHTO, 1999) recomienda una velocidad de diseño mínima de 30 km/h; así como, según las especificaciones técnicas para ciclovías rurales del DMQ (Tabla 47) es mejor optar por una velocidad de operación igual a 30 km/h.

Peralte

El peralte sustentado en la Universidad de Costa Rica (2015) consiste en un sobreelevación que se le da a la superficie de rodadura en las curvas, con el fin de evitar que el ciclista se salga de la ruta y que disminuya el radio de curvatura, se recomienda que este valor se encuentre entre el 2% como mínimo y un 5% como máximo para un buen drenaje. En la Tabla 49 se muestra los valores adoptados para el proyecto que para ciclovías compartidas y de espaldón es igual a 2%. Para ciclovías segregadas varían entre el 4 – 5%.

Coefficiente de fricción

La variable del coeficiente de fricción se obtiene mediante la ecuación detallada en la Tabla 46; sabiendo que, conforme a la AASHTO (1999) este valor está en función a la velocidad, tipo de superficie, rugosidad, condición del neumático y si la superficie esta mojada o seca; considerando esto el valor debe variar entre 0.21 a 0.31.

Radio de curvatura

Según AASHTO (1999) una bicicleta requiere mayor apoyo en la curvas para evitar caer a causa de la fuerza centrífuga, por este motivo para determinar el parámetro del radio de curvatura se toma en cuenta el ángulo de inclinación (θ) que se genera entre la bicicleta y el suelo. Cuando el ciclista se inclina demasiado el pedal suele golpear el suelo, esto sucede al alcanzar un ángulo de inclinación de 25° , por esta razón se recomienda un máximo de ente $15 - 20^\circ$, estipulando para el diseño del proyecto el ángulo de 15° que permite un diseño de mayor seguridad y garantiza el confort del ciclista durante el recorrido. Para seleccionar el radio de curvatura mínimo dentro del proyecto se toma el mayor valor obtenido entre las dos ecuaciones establecidas en la Tabla 46.

Sobreelevar

Conforme a la AASHTO (1999) es una espacio adicional al ancho de la ciclovía en los tramos con descensos pronunciados y curvas horizontales con radio reducido, debido a que el ciclista requiere de mayor comodidad para poder maniobrar y mantener el balance durante su recorrido. Como se observa en la Tabla 49 para los tramos de ciclovía segregada de la avenida Intervalles se requiere un sobreelevar que varía entre 30 o 40 cm, adoptando como definitivo 30 cm y dando como resultado un ancho total de ciclovía igual a 2,80 m.

Tabla 49.
Parámetros técnicos iniciales para el diseño de ciclovia Intervalles

Tipo de ciclovia	Tramo	Abscisa Inicio	Abscisa Final	Pendiente definida (%)	V: Velocidad recomendada (km/h)	f: Coeficiente de fricción	e: Peralte máximo	Radio mínimo (1)	Radio Mínimo (2)	Velocidad de diseño definitiva (km/s)	Radio mínimo de diseño definitivo (m)	Velocidad de operación (km/h)	Sobreechanco (cm)	Ancho definitivo de ciclovia (m)
								$\frac{0.0079V^2}{\tan \theta}$	$\frac{V^2}{127\left(\frac{e}{100} + f\right)}$					
Segregada	T1	0+000	0+250	-5	45	0,23	4%	59,70	59,06	45	60		30	
	T2	0+250	0+500	-5	45	0,23	4%	59,70	59,06	45	60	30	30	2,8
	T3	0+500	0+750	2,7	30	0,28	4%	26,53	22,15	45	60		-	
	T4	0+750	1+008,06	-5,5	35	0,26	4%	36,12	31,80	45	60		30	
Compartida	T5	1+008,06	1+250	-1,11	30	0,28	2%	26,53	23,62	40	50	30	-	> 3
	T6	1+250	1+600	-7,2	40	0,25	2%	47,17	47,24	40	50			
Segregada	T7	1+600	1+750	-7,95	40	0,25	4%	47,17	43,95	40	50		30	
	T8	1+750	2+000	-5	40	0,25	4%	47,17	43,95	40	50		30	
	T9	2+000	2+250	2,75	30	0,28	4%	26,53	22,15	40	50		-	
	T10	2+250	2+500	6,95	55	0,20	4%	89,19	100,64	55	100	30	40	2,8
	T11	2+500	2+750	5,46	40	0,25	4%	47,17	43,95	40	50		30	
	T12	2+750	3+000	5,46	35	0,26	4%	36,12	31,80	40	50		30	
	T13	3+000	3+290	-0,17	30	0,28	4%	26,53	22,15	40	50		-	
Compartida	T14	3+290	3+500	-3,13	45	0,23	2%	59,70	63,78	45	65			
	T15	3+500	3+750	1,36	30	0,28	2%	26,53	23,62	30	27			
	T16	3+750	4+000	2,03	30	0,28	2%	26,53	23,62	30	27	30	-	> 3
	T17	4+000	4+250	0,24	30	0,28	2%	26,53	23,62	30	27			
	T18	4+250	4+528	1,22	30	0,28	2%	26,53	23,62	30	27			

Distancia de visibilidad

Según AASHTO (1999) es una distancia mínima que se proporciona a los ciclistas para observar y reaccionar ante un suceso inesperado. Consiste en un tiempo de percepción más el tiempo de reacción de frenado y está en función a tres parámetros fundamentales: la velocidad de diseño, la gradiente y el coeficiente de fricción entre el pavimento y los neumáticos. Conforme a CROW (2011) para que el ciclista tenga una buena visibilidad se debe tomar en cuenta la Tabla 50 que recomienda valores mínimos requeridos, que corresponden a una distancia viajada entre 4 y 5 segundos. Adicionalmente se debe considerar la distancia recorrida al frenar, que a 30 km/h es de 40 metros y a una velocidad de 20 km/h es igual a 21 metros.

Tabla 50.
Visibilidad mínima para ciclistas

Visibilidad mínima requerida	Ciclorutas principales	Otras rutas
Velocidad de diseño (km/h)	30	20
Visibilidad que requieren los ciclistas (m)	35-42	22-30

Fuente: (CROW, 2011)

Para determinar la distancia de visibilidad mínima de parada se considera la ecuación que proporciona la AASHTO (1999), tomando en cuenta un tiempo de precepción total y reacción de frenado igual a 2,5 segundos; estableciendo además, un coeficiente de fricción de 0.25 que asume condiciones climáticas húmedas lo que perjudica el momento de frenado. En la Tabla 51 se muestra los valores obtenidos para la distancia de visibilidad en los tramos de ciclovía de la avenida Intervalles, donde se demuestra además que los valores obtenidos son igual o mayor a los mínimos recomendados para una velocidad de 30 km/h.

Tabla 51.*Distancia de visibilidad para los tramos de ciclovía Intervalles*

Tipo de ciclovía	N° de tramo	Velocidad de diseño	Pendiente	Coefficiente de fricción	Distancia de visibilidad mínima (m)
Segregada	T1	45	-0,050	0,25	72,01
	T2	45	-0,050	0,25	72,01
	T3	45	0,027	0,25	60,92
	T4	45	-0,055	0,25	73,03
Compartida	T5	40	-0,011	0,25	54,94
	T6	40	-0,072	0,25	63,96
Segregada	T7	40	-0,080	0,25	65,52
	T8	40	-0,050	0,25	60,07
	T9	40	0,028	0,25	51,27
	T10	55	0,070	0,25	76,56
	T11	40	0,055	0,25	49,25
	T12	40	0,055	0,25	49,25
	T13	40	-0,002	0,25	53,94
Compartida	T14	45	-0,031	0,25	68,60
	T15	30	0,014	0,25	34,87
	T16	30	0,020	0,25	34,54
	T17	30	0,002	0,25	35,47
	T18	30	0,012	0,25	34,94

Despeje lateral

Para obtener una distancia de visibilidad óptima en las curvas horizontales se requiere de un despeje lateral, que según la imagen de referencia ubicada en la Tabla 46 consiste en una distancia mínima libre de cualquier obstáculo, medida desde el eje central de la ciclovía. En la Tabla 52 se muestra el valor que se requiere como despeje lateral para cada curva que conforma la ciclovía Intervalles.

Tabla 52.*Despeje lateral para curvas horizontales, ciclovía segregada Intervalles*

Tipo de ciclovía	Curva horizontal	Tramo	Radio	Distancia de visibilidad de parada	Despeje lateral
Segregada	C1	T1	90	72,01	7,11
	C2	T2	105	72,01	6,11
	C3	T4	90	73,03	7,31
Compartida	C4	T5	90	54,94	4,16
	C5	T5	75	54,94	4,98
	C6	T6	200	63,96	2,55
Segregada	C7	T7	210	65,52	2,55
	C8	T8	170	60,07	2,65
	C9	T9	300	51,27	1,09
	C10	T10	120	76,56	6,06
	C11	T11	220	49,25	1,38
	C12	T12	340	49,25	0,89
	C13	T13	300	53,94	1,21
Compartida	C14	T14	90	68,60	6,46
	C15	T15	70	34,87	2,16
	C16	T15	130	34,87	1,17
	C17	T16	100	34,54	1,49
	C18	T16	120	34,54	1,24
	C19	T17	90	35,47	1,74
	C20	T17	90	35,47	1,74
	C21	T18	70	34,94	2,17
	C22	T18	27	34,94	5,46

Alineamiento horizontal

En la Tabla 53 se muestra el diseño definitivo de las curvas horizontales dentro del proyecto en la ciclovía Intervalles. Se determina que los radios de curvatura son mayores a los mínimos establecidos en la Tabla 49; así como, su valor es mayor a los 32 m especificados en la Tabla 46 de parámetros técnicos, por este motivo no requieren un sobreaño; sin embargo se mantiene la sección de ancho igual a 2,80 y 2,90 m respectivamente para toda la ciclovía de sección segregada incluidos los tramos en curva.

Tabla 53.
Cuadro de curvas horizontales ciclovía Intervalles

Curva		Elementos de la curva							Abscisado de la curva		
Nº	Longitud (m)	Radio (m)	Ángulo de deflexión	Cuerda (m)	Tangente (m)	External (m)	Flecha (m)	P.C (m)	P.I (m)	P.T (m)	
Segregada Intervalles abscisas 0+000 hasta 1+008,06											
1	55.07	90	144.93	54.22	28.43	4.38	4.18	0+005.30	0+032.84	0+060.38	
2	150.53	105	097.85	137.97	91.50	34.28	25.84	0+284.53	0+359.80	0+435.07	
3	114.93	90	106.82	107.28	66.80	22.08	17.73	0+722.31	0+789.78	0+837.25	
Compartida Intervalles abscisa 1+008,06 hasta 1+600											
1	61.67	90	140.73	60.47	32.10	5.55	5.23	1+086.74	1+117.58	1+148.41	
2	58.62	75	135.21	57.14	30.90	6.11	5.65	1+186.77	1+216.08	1+245.39	
3	64.49	200	161.52	64.21	32.52	2.62	2.59	1+499.92	1+532.17	1+564.41	
Segregada Intervalles abscisas 1+600 hasta 3+290											
1	799.26	210	158.19	79.44	40.45	3.86	3.79	1+753.62	1+793.58	1+833.54	
2	119.92	170	139.58	117.45	62.57	11.15	10.46	1+945.46	2+005.42	2+065.38	
3	90.03	300	162.80	89.69	45.35	3.40	3.37	2+127.56	2+172.58	2+217.60	
4	132.21	120	116.87	112.56	73.72	20.83	17.75	2+332.04	2+408.15	2+464.25	
5	112.34	220	150.74	111.12	57.42	7.37	7.13	2+682.59	2+738.96	2+794.93	
6	129.65	340	158.15	128.86	65.62	6.27	6.16	2+944.08	3+008.90	3+073.73	
7	42.90	300	171.80	42.86	21.48	0.76	0.76	3+176.75	3+198.10	3+219.55	
Compartida Intervalles 3+290 hasta 4+528											
1	12.62	90	171.96	12.61	6.32	0.22	0.22	3+309.66	3+345.98	3+352.29	
2	25.53	70	159.09	25.39	12.91	1.18	1.16	3+643.74	3+656.50	3+669.27	
3	71.22	130	148.60	70.34	36.53	5.03	4.84	3+691.39	3+727.01	3+762.62	
4	63.92	100	143.37	62.84	33.09	5.33	5.06	3+770.12	3+802.08	3+834.05	
5	44.85	120	158.58	44.59	22.69	2.12	2.09	3+962.45	3+984.88	4+007.30	
6	34.21	90	158.21	34.01	17.31	1.65	1.62	4+061.61	4+078.72	4+095.82	
7	46.42	90	150.44	45.91	23.74	3.07	2.97	4+138.91	4+162.13	4+185.34	

6.1.1.2. Diseño vertical

Avenida Intervalles (0+000 m a 4+528)

Dentro del diseño vertical se tiene dos parámetros fundamentales: pendiente y longitud mínima de curvas verticales.

Pendiente

En la Tabla 49 se establece la gradiente de diseño para cada tramo de la ciclovía Intervalles, donde se verifica que los tramos cumplen con la longitud máxima recomendada por la AASHTO (1999) en función a la pendiente definida para los mismos; además en el Anexo 6 se detalla y comprueba de manera más explícita esta información.

Longitud de curva mínima

En la Tabla 54 se muestra los valores obtenidos como longitud mínima para cada curva vertical dentro del proyecto en la ciclovía Intervalles; tomando en cuenta lo recomendado por la AASHTO (1999) donde, el uso de ecuaciones está en función de si la longitud de la curva vertical definida en el diseño es mayor o menor que la distancia de visibilidad. Se debe verificar que el valor de longitud de curva definitivo sea mayor que el mínimo.

Tabla 54.

Longitud mínima de curva vertical ciclovía Intervalles

Tipo de ciclovía	Curva vertical	Longitud de curva definida(m)	Tramo	Distancia de visibilidad (m)	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	Diferencia algebraica de pendientes (%)	Longitud mínima de curva vertical (m)	Comprobación
Segregada	CV1	143	T2-3	72,01	-5,00	2,70	7,70	142,58	cumple
	CV2	157	T4	73,03	2,70	-5,50	8,20	156,18	cumple
Compartida	CV3	100	T6	63,96	-1,51	-7,56	6,05	88,39	cumple
	CV4	100	T6	63,96	-7,56	-7,95	0,39	5,70	cumple
	CV5	125	T7	65,52	-7,95	-5,00	2,95	45,22	cumple
Segregada	CV6	95	T8	60,07	-5,00	-1,75	3,25	41,88	cumple
	CV7	108	T9	51,27	-1,75	2,75	4,50	42,25	cumple

Continúa →

	CV8	101	T9	51,27	2,75	6,95	4,20	39,43	cumple
	CV9	80	T11	49,25	6,95	5,46	1,49	12,91	cumple
	CV10	140	T12	49,25	5,46	-0,17	5,63	48,77	cumple
Compartida	CV11	40	T15	34,87	-3,13	1,36	4,49	19,50	cumple
	CV12	40	T16	34,54	1,36	2,03	0,67	2,85	cumple
	CV13	40	T17	35,47	2,03	0,24	1,79	8,04	cumple
	CV14	40	T18	34,94	0,24	1,22	0,98	4,27	cumple

Alineamiento vertical

En la Tabla 55 se establece las curvas verticales dentro de la ciclovía Intervalles, donde se muestra sus componentes principales: radio curvatura, longitud, pendiente de entrada y de salida; así como su elevación. En el Anexo 6 se detalla el cuadro de curvas verticales para los demás tramos que conforman la ciclovía del proyecto.

Tabla 55.

Cuadro de curvas verticales ciclovía Intervalles

Segregada Intervalles abscisa 0+000 – 1+008,06							
Curva		Elementos de la curva					
Nº	Abscisa PI (m)	Elevación PI (m.s.n.m)	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de curva	Longitud (m)	Radio (m)
1	0+514	2440.33	-5.00%	2.70%	Cóncavo	143.00	1857.97
2	0+890	2450.50	2.70%	-5.50%	Convexo	157.00	1914.80
Compartida Intervalles abscisa 1+008,06 – 1+600							
Curva		Elementos de la curva					
Nº	Abscisa PI (m)	Elevación PI (m.s.n.m)	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de curva	Longitud (m)	Radio (m)
1	1+247	2441.34	-1.11%	-6.38%	Convexo	100.00	1898.60
2	1+500	2425.20	-6.38%	-7.20%	Convexo	100.00	12161.15
Intervalles abscisa 1+600 – 3+290							
Curva		Elementos de la curva					
Nº	Abscisa PI (m)	Elevación PI (m.s.n.m)	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de curva	Longitud (m)	Radio (m)
2	1+710	2409.25	-7.95%	-5.00%	Cóncavo	90.00	3044.70
3	1+910	2399.25	-5.00%	-1.75%	Cóncavo	90.00	2767.95
4	2+120	2395.58	-1.75%	2.75%	Cóncavo	60.00	1335.38

Continúa →

5	2+300	2400.53	2.75%	6.95%	Cóncavo	100.00	2378.76
6	2+600	2421.38	6.95%	5.46%	Convexo	80.00	5364.18
7	2+881	2436.69	5.46%	-0.17%	Convexo	140.00	2487.15

Intervalles abscisa 3+290 – 4+528

Curva		Elementos de la curva					
Nº	Abscisa PI (m)	Elevación PI (m.s.n.m)	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de curva	Longitud (m)	Radio (m)
2	3+540	2428.17	-3.13%	1.36%	Cóncavo	40.00	891.67
3	3+790	2431.56	1.36%	2.03%	Cóncavo	40.00	5930.78
4	4+040	2436.64	2.03%	0.24%	Convexo	40.00	2227.65
5	4+250	2437.13	0.24%	1.22%	Cóncavo	40.00	4074.52

6.1.2. Diseño de pavimento

Dentro del presente proyecto los tramos de ciclovía segregada requieren de pavimentación, según el Instituto de Desarrollo de Santa Fe de Bogotá D.C (2002) se debe contar con una superficie de rodadura regular, impermeable, antideslizante y visualmente diferente con las vías adyacentes; además al no recibir grandes esfuerzos con una estructura similar a la utilizada para vías peatonales es suficiente; de este modo para la estructura de pavimento que se va a utilizar en el proyecto se tiene las siguientes especificaciones:

Subbase

Compuesta de materiales existentes en el área donde se desarrolla el proyecto y debe ser compactada en capas de 15 cm con el 90% de la densidad máxima del próctor modificado (Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C., 1999). El material predominante de la zona del proyecto corresponde a la formación de cangahua como se muestra en la Figura 55 en color verde, debido a esto se debe considerar una cantera cercana al proyecto que sea capaz de proveer material similar a este. Según Domenech Gordillo y Espinoza Barahona (2016) el perfil estratigráfico de Pifo muestra formación de cangahua, siendo la cantera de Pifo ubicada en la zona 17M coordenadas: Este 798890.81 m y Norte: 9972876.92 m ideal para proveer de material al proyecto; debido a que además se encuentra aproximadamente a 23,80 m con respecto al proyecto.

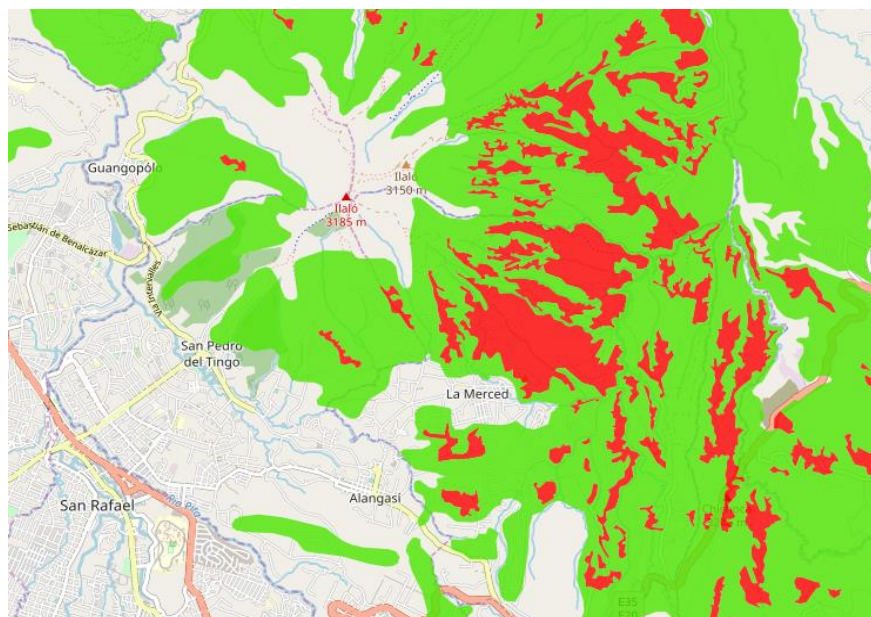


Figura 55. Formación de cangahua en la zona del proyecto
Fuente: (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018)

Base

Según el Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C (1999) debe estar libre de materiales orgánicos; compactada en capas menores a 15 cm con el 95% de densidad del próctor modificado, de tal manera que después de estar compactada tenga una altura menor a 15 cm. Además, no se debe colocar sobre superficies húmedas y se recomienda extenderla con un sobrecimiento de 30 cm a cada lado de la superficie de rodadura.

Para la granulometría óptima se toma como referencia una base clase 2 conforme a la MOP (2002), constituida por fragmentos de grava triturada cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso; además el agregado grueso tendrá un desgaste menor a 40% en el ensayo de abrasión con 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles, valor que está dentro del rango de 10 a 45% recomendado para este ensayo según la (NTE INEN 860, 2011). Este material se caracteriza por tener un proceso de trituración directamente en planta.

En la Figura 56 se aprecia los límites inferiores y superiores que recomienda la (MOP, 2002) para una base clase 2; así como Keller y Sherar (2008) recomienda para vías rurales. Además se observa la granulometría para el material de la cantera de Pifo obtenido de la caracterización técnica realizado por (Domenech Gordillo & Espinoza Barahona, 2016). En base a

esto se determina que el material de la cantera establecida se encuentra dentro de los límites granulométricos recomendados; además de poseer similitud con el límite inferior de la base clase 2, por tanto este material es óptimo para el uso específico en este proyecto; sin embargo para cumplir con las exigencias de graduación la MOP (2002) permite añadir a la grava arena o material de trituración.

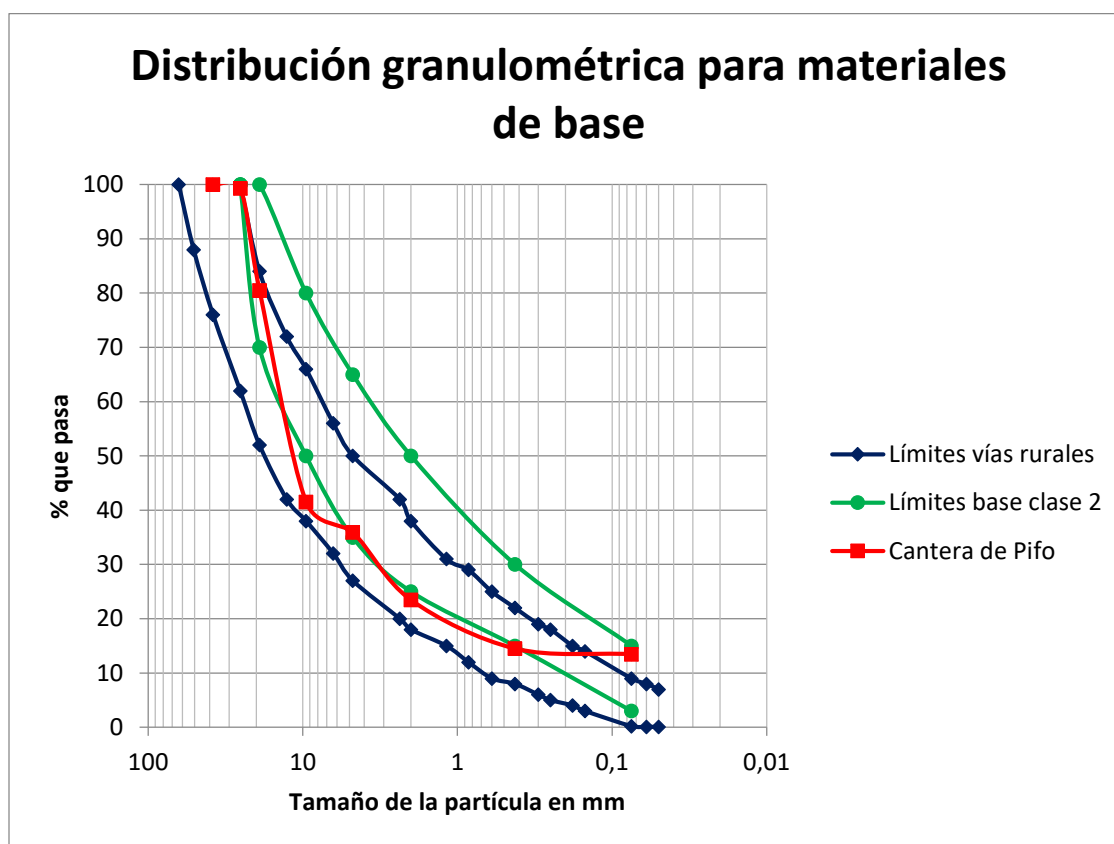


Figura 56. Curva granulométrica para materiales de base

Capa de rodadura

El diseño de la estructura de pavimento se basa en la metodología AASHTO-93, donde los espesores respectivos se obtienen mediante el número estructural.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + \log_{10} SN + 1 - 0,20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 10)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10} MR - 8,07 \quad (6)$$

En la Tabla 56 se muestra el significado y valor de cada coeficiente que se requiere en la ecuación; así como su respectiva fuente bibliográfica.

Tabla 56.
Coefficientes para la fórmula estructural del proyecto

Variable		Símbolo	Valor	Unidad	Fuente
Nivel de confiabilidad		R	95	%	(AASHTO-93, 2006)
Desviación estándar		Z _r	-1,645	-	
Desviación estándar global		S _o	0,49	-	
Índices de servicio	Inicial	PSI _{inicial}	4,2	-	(AASHTO-93, 2006)
	Final	PSI _{final}	2	-	
	Δ PSI			2,2	
Ensayo de relación de soporte de California	Subrasante	CBR	20	%	(MOP, 2002)
	Base		80		
	Sub-base		30		
Módulo resiliente	Pavimento (20°C)	MR	38000	psi	(AASHTO-93, 2006)
	Subrasante		13200,54		
	Base		28000		
	Sub-base		15000		
Espesor mínimo	Carpeta asfáltica	D ₁	10	cm	
	Base granular	D ₂	15		
Coeficiente estructural	Pavimento	a ₁	0,42	-	
	Base granular	a ₂	0,133		
	Sub-base	a ₃	0,108		
Coeficiente de drenaje	Base	m ₂	0,80	-	
	Sub-base	m ₃	0,80		

Para obtener el número de cargas equivalentes de eje simple de 8,2 Tn (W_{18}) se utiliza la ecuación según (García Morales, 2015):

$$N = (N_d * F_d * F_c) * \left(\frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right) \quad (7)$$

De donde, en la Tabla 57 se muestra los valores de las variables utilizadas en la fórmula con su respectiva fuente bibliográfica y significado.

Tabla 57.

Coefficientes para determinar cargas equivalentes para eje simple de 8.2 Tn

Variable	Símbolo	Valor	Unidad	Fuente
Factor de distribución por sentido	Fd	1	-	(AASHTO-93, 2006)
Factor de distribución por carril	Fc	1	-	
Tasa de crecimiento	r	3,96	%	(Ministerio de transporte y obras públicas, 2013)
Periodo de diseño	n	25	Años	(AASHTO-93, 2006)
Tipo de vehículo	Liviano		-	Anexo 1
Número de vehículos anuales	bicicletas	19045	-	
Factor de daño	-	0,046	-	(Corro Caballero & Prado Ollervides, 1974)
Tránsito equivalente anual	Nd = Número de vehículos anuales * factor de daño	87,607	-	(García Morales, 2015)

Para determinar el número de vehículos anuales del proyecto se utiliza los valores obtenidos del conteo de bicicletas en la avenida Intervalles y con el fin de generar un factor de seguridad al diseño de pavimento se asume que la bicicleta genera un factor de daño similar a un vehículo motorizado liviano. Es así entonces que al aplicar la ecuación se obtiene:

$$N = (87,607 * 1 * 1) * \left(\frac{(1 + 0,0396)^{25} - 1}{0,0396} \right) = 3629 = W_{18}$$

Una vez especificados todos los coeficientes para la ecuación del número estructural, se obtiene como resultado el espesor de cada capa que conforma la estructura de pavimento utilizando el programa DISAASHTO-93. En la Figura 57 se visualiza los datos de entrada y resultados obtenido por capa; verificando que, al adoptar un espesor definitivo (D^*) cumpla la condición propuesta por la (AASHTO-93, 2006), donde el número estructural de diseño (SN^*) debe ser mayor que el número estructural calculado (SN).

MENU **DISAASHTO-93 - DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**

DATOS GENERALES

TRANSITO EE(8.2 Ton)
W= 3629

DESVIACION ESTANDAR TOTAL
So= 0.49

DIF. INDICES DE SERVICIO
(ΔPSI)= 2.2

DESVIACION ESTANDAR NORMAL
-ZR= -1.645 AYUDA

DATOS ESPECIFICOS POR CAPA

MEZCLA ASFALTICA
Coeficiente estructural a1 = 0.42

BASE GRANULAR
Coeficiente estructural a2 = 0.133 Coeficiente de drenaje m2 = 0.8 Modulo resiliente en PSI = 28000

SUBBASE
Coeficiente estructural a3 = 0.108 Coeficiente de drenaje m3 = 0.8 Modulo resiliente en PSI = 15000

SUBRASANTE
Modulo resiliente en PSI = 13200.54 CALCULAR ESTRUCTURA INICIAL

RESULTADOS

NUMEROS ESTRUCTURALES CALCULADOS: ESPESTORES INICIALES CALCULADOS

SN1 = 0.78 SN2 = 1.06 SN3 = 1.13 D1(i)= 1.857 D2(i)= 2.226 D3(i)= 0.152

ESPESOR D1

CALCULO DE D1 VERIFICACION DE D1 CALCULO DE SN1* RECALCULAR D1

D1 = SN1/a1 = 1.857 D1* = 1.96 SN1* = a1 x D1* = 0.8232 CUMPLE OK

ESPESOR D2

CALCULO DE D2 VERIFICACION DE D2 CALCULO DE SN2* RECALCULAR D2

D2 = (SN2-SN1*) / a2 x m2 = 2.226 D2* = 2.76 SN2* = a2 x m2 x D2* + SN1* = 1.117 CUMPLE OK

ESPESOR D3

CALCULO DE D3 VERIFICACION DE D3 CALCULO DE SN3* RECALCULAR D3

D3 = SN3-(SN2*+SN1*) / a3 x m3 = 0.152 D3* = 5.9 SN3* = a3 x m3 x D3* + SN1*+SN2* = 1.627 CUMPLE OK

Figura 57. Diseño de la estructura del pavimento para el proyecto
Fuente: (García, 2016)

En la Figura 58 impreso por el programa DISAASHTO-93, se muestra los espesores definitivos en pulgadas de la estructura del pavimento que requieren los tramos de ciclovía segregada en el presente proyecto. Al transformar las unidades se tiene una subbase de 15 cm, base igual a 10 cm y una capa de rodadura de 5 cm.

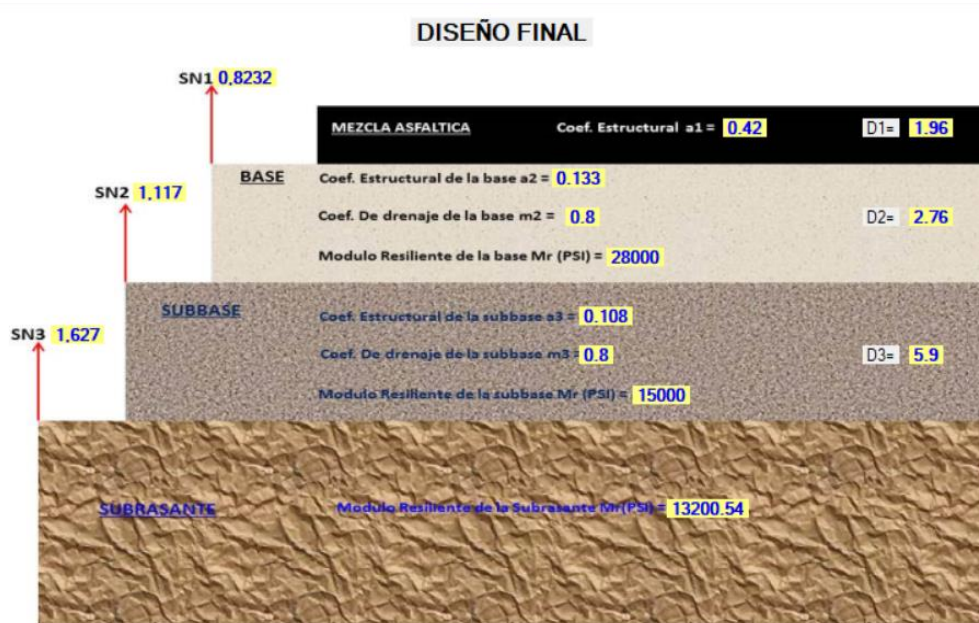


Figura 58. Estructura de pavimento mezclado en caliente para ciclovía del proyecto
Fuente: (García, 2016)

6.1.3. Sistema de drenaje vial

Dentro del sistema de drenaje vial para el proyecto se establece como drenaje longitudinal a las cunetas, que según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) cumplen con el objetivo de evacuar de forma rápida el agua de lluvia que cae sobre el camino; además, permiten mantener el control del nivel freático e impiden que el agua ya sea superficial o subterránea se deslice hacia la calzada; sin embargo, con el fin de evitar que el agua se acumule en exceso dentro de la cuneta se requiere obras de drenaje transversal que permita el desfogue de las mismas.

6.1.3.1. Drenaje longitudinal

Según Keller y Sherar (2008) para desaguar el agua superficial de la vía con mayor facilidad se requiere medidas de drenaje positivas; por este motivo, se opta para los tramos de ciclovía segregada de la Avenida Intervalles una sección con peralte hacia adentro que a su vez necesita una cuneta revestida que acumule el agua que se escurre de la superficie del camino; así como, la que proviene del talud de corte. En la Figura 59 se puede observar un esquema tipo de cuneta para una sección con peralte hacia adentro.

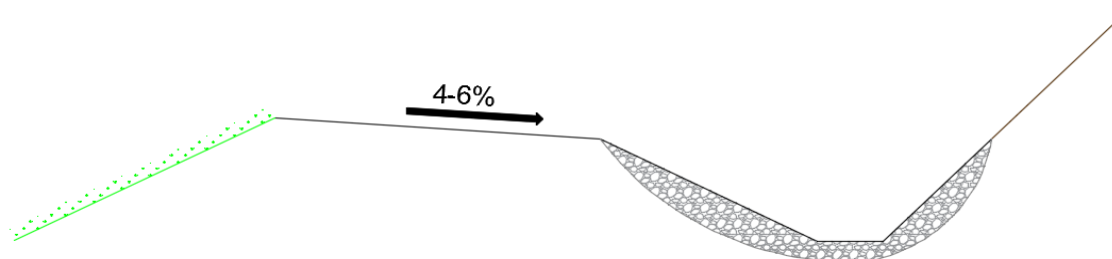


Figura 59. Sección con peralte hacia adentro

Fuente: (Keller & Sherar, 2008)

Tomando en cuenta la topografía del terreno, para el tramo de ciclovía segregada del Parque de la Armenia se escoge como opción de drenaje una sección con peralte hacia afuera (Figura 60), según Keller y Sherar (2008) en este tipo de sección no se requiere cuneta; sin embargo, a fin de evitar erosión en el talud de relleno y como un factor de seguridad para el proyecto se opta por una cuneta tipo canal rectangular en la corona del terraplén.

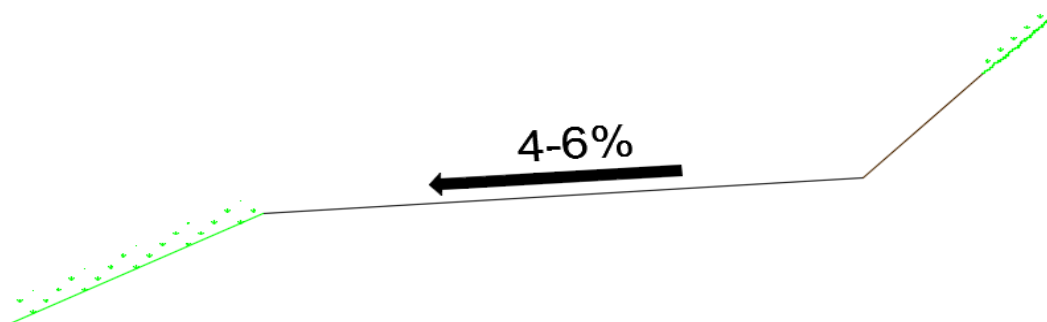


Figura 60. Sección con peralte hacia afuera

Fuente: (Keller & Sherar, 2008)

Conforme al Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) para el diseño de drenaje longitudinal se debe cumplir dos condiciones:

1. El caudal calculado (caudal del proyecto) es menor que el caudal hidrológico (caudal de diseño).

$$Q_p < Q_d \quad (8)$$

2. La velocidad del proyecto debe ser menor que la velocidad máxima admisible

$$V_p < V_{\max} \quad (9)$$

- **Caudal calculado (Método racional)**

Para su diseño en conformidad al método racional según el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (2015) se debe tener un área de aportación menor a 50 km², adaptándose a un periodo de retorno T=25 años y en base a Keller y Sherar (2008) en cuencas pequeñas se adopta como tiempo mínimo de concentración $t_c = 5$ min; además postula que el área de drenaje en la superficie de un camino corresponde al talud de corte y al área de la calzada entre drenes transversales.

(Keller & Sherar, 2008) Determina que el volumen del flujo se obtiene por medio de la ecuación:

$$Q = \frac{CiA}{360} \quad (10)$$

Donde:

Q = caudal del proyecto (m³/s) i = Intensidad máxima de precipitación (mm/h)

A = Superficie de captación que contribuye con escurrimientos (Ha)

Para el proyecto el caudal total de los tramos de ciclovía segregada Intervalles se obtiene de la suma del caudal que se produce por el área de la calzada y el caudal colaborante del área del talud de corte, dando como resultado:

$$Q_{\text{proyecto}} = Q_{\text{pavimento}} + Q_{\text{talud}} \quad (11)$$

$$Q_p = \frac{C_{\text{pavimento}} * i * (b_{\text{pavimento}} * l)}{360} + \frac{C_{\text{talud}} * i * (b_{\text{talud}} * l)}{360} \quad (12)$$

$$Q_p = \frac{[(C_{\text{pavimento}} * b_{\text{pavimento}}) + (C_{\text{talud}} * b_{\text{talud}})] * i * l}{360} \quad (13)$$

En el caso de la ciclovía segregada Parque de la Armenia no existe el área colaborante del talud de corte, por lo que se tiene:

$$Q_p = \frac{C_{\text{pavimento}} * i * (b_{\text{pavimento}} * l)}{360} \quad (14)$$

- **Ciclovía segregada Avenida Intervalles abscisa: 0+000 m a 1+008,06 m y
Abscisa 1+600m hasta 3+290m**

El diseño de la cuneta para estos tramos de ciclovía sigue la misma estructura aplicada para el sistema de drenaje longitudinal de la avenida de flujo vehicular Intervalles. Se tiene entonces que el área (A) para estos tramos es $A = B * L$, siendo (L) la longitud variable de la cuneta que está en función a los pozos y quebradas existentes en la avenida Intervalles, debido a que la cuneta de la ciclovía va a desfogar en estos. Para el ancho cooperante (B) se considera en el proyecto un ancho de calzada igual 2,80 m; así como, un ancho de talud de 15,00 m, este valor se estima a partir del derecho de vía que según MTOP (2013) es de 25 metros medidos desde el centro de la vía, se tiene así:

Ancho de talud

$$= \text{derecho de vía} - \text{ancho del carril motorizado} - \text{cuneta} - \text{parterre} \\ - \text{ciclovía} - \text{cuneta de ciclovía} - \text{bordillo}$$

$$\text{Ancho de talud} = 25 - 4.50 - 1.0 - 1.20 - 2.50 - 0.60 - 0.20 = 15\text{m}$$

Para obtener la intensidad de lluvia máxima diaria se selecciona previamente una estación meteorológica cercana al proyecto, en la Figura 61 se indica la ubicación de la estación meteorológica más cercana a la zona del proyecto, estación “M002 La Tola”, que resulta ser la más óptima por su ubicación y por disponer de mayor información con respecto al análisis que requiere el proyecto.

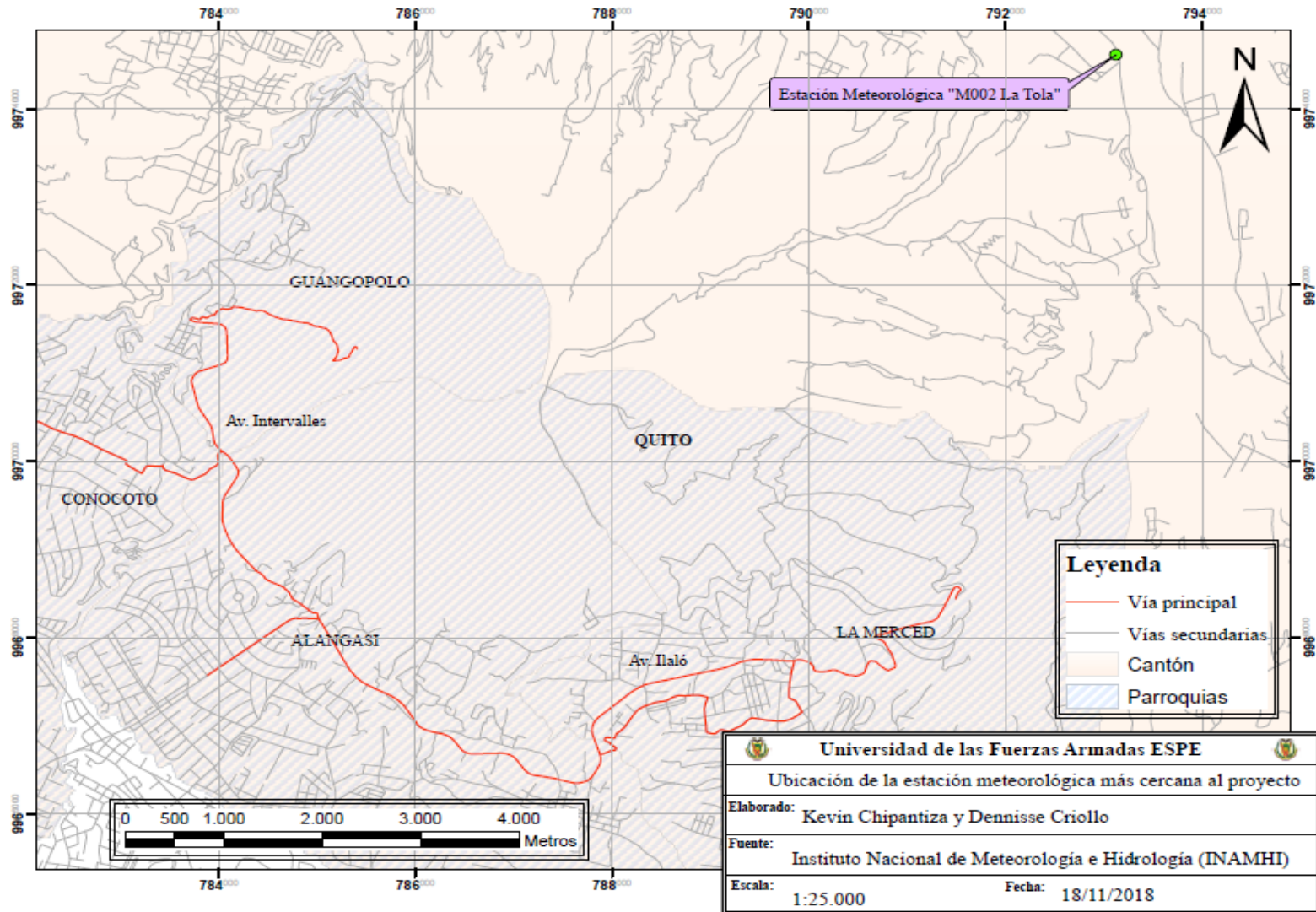


Figura 61. Ubicación estación meteorológica “M002 La Tola”

Se tiene así, para un periodo de retorno de 25 años una intensidad de lluvia diaria máxima $I_{dtr} = 2,99$ mm/h (Figura 62).

Código	Estación	X	Y	Z	Serie datos	N° de años	TR2	TR5	TR10	TR25	TR50	TR100	Prueba de bondad de ajuste	
													A ²	Chi ²
M0001	INGUINCHO	789319,168	10028583,201	3140	1964 - 2011	36	2,03	2,73	3,20	3,79	4,23	4,66	.	.
M0002	LA TOLA	793125,644	9974612,504	2480	1980 - 2011	32	1,88	2,32	2,62	2,99	3,27	3,54	.	.

Figura 62. Intensidades máximas en 24 horas para varios periodos de retorno
Fuente: (INAMHI, 2015)

Se obtiene la intensidad máxima de precipitación con la ecuación de cálculo que establece el (INAMHI, 2015) para un tiempo de concentración igual a 5 min en la estación M002.

$$I_{TR} = 78,451 * I_{d_{TR}} * tc^{-0,239}; \quad 5 \text{ min} < 24,10 \text{ min} \quad (15)$$

$$\therefore I_{TR} = 78,451 * 2,99 * 5^{-0,239} = 159,67 \text{ mm/h}$$

Adicionalmente se necesita conocer el coeficiente de escorrentía de las áreas que afectan directamente al caudal de la cuneta; se tiene así, de acuerdo al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (2015) un valor entre 0,80 a 0,90 para la superficie de escurrimiento del pavimento asfáltico, definiendo para el proyecto un promedio de estos valores, siendo $C = 0,85$ y la escorrentía correspondiente al talud de corte se especifica por tramo, debido a que este valor está en función al tipo de suelo que conforma el área de cada división de la ruta.

Tramo abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros

El tipo de suelo para este tramo de ciclovía según la Figura 50 es franco arcilloso-arenoso, además en base a la Figura 45 la pendiente del terreno está en un rango de 25 a 50%, por este motivo conforme a la Figura 63 se considera a la zona con un drenaje de bueno a moderado.

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Figura 63. Tipo de drenaje en función al tipo de suelo

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2015)

Empleando esta información para la escorrentía que produce el talud de corte en esta zona se utiliza la Tabla 58, tomando en cuenta que según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) para este dato se utiliza un factor de seguridad igual a 1,30 en caso de posible incendio en la zona, dando como valor definitivo $C = 0,40 * 1,30 = 0,52$.

Tabla 58.

Coefficientes de escorrentía

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPECIABLE
		50%	20%	5%	1%	
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: (Ministerio de Transporte de Obras Públicas, 2003)

En la Tabla 59 se muestra el resultado obtenido para el caudal calculado del tramo de ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06.

Tabla 59.

Caudal calculado para ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06

Tramo N°	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Pendiente (J) (%)	Longitud (L) (m)	Caudal calculado (Qp) m³/s
1	0+000	0+111	5,00	111,00	0,05
2	0+111	0+382	5,00	271,00	0,12
3	0+382	0+510	5,00	128,00	0,05
4	0+510	0+655	2,70	145,00	0,06
5	0+655	0+863	2,70	208,00	0,09
6	0+863	1+008	5,50	353,00	0,15

Tramo abscisa 1+600 hasta 3+290 metros

El área comprendida entre estas abscisas tiene una pendiente de terreno según la Figura 45 del 5-12%; además, corresponde en función a la Figura 50 a un tipo de suelo franco arenoso (fino a grueso), con un drenaje de bueno a moderado según la Figura 63. Acorde a esta información el coeficiente de escorrentía para esta superficie según la Tabla 58 es de 0.35, considerando el factor de incendio se tiene: $C = 0,35 * 1,30 = 0,46$. En la Tabla 60 se muestra el resultado obtenido para el caudal calculado del tramo de ciclovía Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290.

Tabla 60.

Caudal calculado ciclovía Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290

Tramo N°	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Pendiente (J) (%)	Longitud (L) (m)	Caudal calculado (Qp) m³/s
1	1+600	1+691	7,95	91,00	0,03
2	1+691	2+071	5,00	380,00	0,15
3	2+071	2+178	2,75	107,00	0,04
4	2+178	2+417	6,95	239,00	0,09
5	2+417	2+622	6,95	205,00	0,08
6	2+622	2+951	5,46	329,00	0,13
7	2+951	3+015	0,17	64,00	0,02
8	3+015	3+290	0,17	275,00	0,11

- **Ciclovía segregada Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230metros.**

El área cooperante para este tramo considera una longitud (L) variable que está en función a la distancia a la que se va a colocar las rejillas para el ingreso del caudal; en la Tabla 61 se tiene valores recomendados para este parámetro según la pendiente y para el ancho cooperante (B) se considera netamente el ancho de calzada igual 3,00 m.

Tabla 61.

Distancias máximas recomendadas entre rejillas

Pendiente del camino %	Suelos de baja a nula erosionabilidad ⁽¹⁾ (m)	Suelos erosionables ⁽²⁾ (m)
0-3	120	75
4-6	90	50
7-9	75	40
10-12	60	35
12+	50	30

Nota ⁽¹⁾ Suelos de baja erosionabilidad = suelos rocosos, gruesos, grava y ciertas arcillas

Nota ⁽²⁾ Suelos altamente erosionables = Suelos finos desmenuzables, limos, arenas finas

Fuente: (Keller & Sherar, 2008)

En la Tabla 62 se muestra el resultado obtenido para el caudal calculado del tramo de ciclovía Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230.

Tabla 62.

Caudal calculado ciclovía Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230

Tramo (N°)	Abscisa inicial (m)	Abscisa final (m)	Pendiente (J) (%)	Longitud (L) (m)	Caudal calculado (Qp) m ³ /s
1	1+610	1+686	6,35	90,00	0,010
2	1+686	1+762	6,35	90,00	0,020
3	1+762	1+860	6,35	116,00	0,033
4	1+860	1+920	7,00	75,00	0,042
5	1+920	1+980	7,00	75,00	0,050
6	1+980	2+040	7,00	75,00	0,059
7	2+040	2+110	7,00	85,50	0,069
8	2+110	2+230	3,68	130,00	0,083

- **Caudal de diseño (Manning)**

Conforme a (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2015) el caudal de diseño se basa en la fórmula de Manning:

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} * R_H^{2/3} * S_{max}}{n} \quad (16)$$

Donde,

Q_{CH} = Caudal hidráulico (caudal de diseño) (m^3/s)

J = Pendiente geométrica del elemento lineal (adimensional)

R_H = Radio hidráulico; $R_H = S/P$ (m)

S = Área de la sección transversal ocupada por la corriente (m^2)

P = Perímetro mojado (m)

S_{max} = Área de la sección transversal del conducto (m^2)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Previo a determinar el caudal de diseño se determina las dimensiones definitivas de la cuneta, tomando en cuenta las especificaciones del Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003), se tiene así:

- **Ciclovía segregada Avenida Intervalles abscisa: 0+000 m a 1+008,06 m y
Abscisa 1+600m hasta 3+290m**

Se especifica cunetas triangulares que según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) para el talud interior que está adyacente a la calzada debe tener como mínimo una relación de 3H:1V y como recomendado 4H:1V; además, para el talud exterior (talud opuesto a la calzada) debe tener la misma inclinación que el talud de corte; con el fin de obtener esta valor según Keller y Sherar (2008) se recomienda que para conservar un talud de corte estable en un terreno natural de pendiente entre 0 a 60%, se debe mantener una inclinación en relación $\frac{3}{4}$:1 a 1:1. En base a esta información en la Figura 64 se detalla un esquema de la geometría para la cuneta triangular establecida para los tramos de ciclovía segregada Intervalles; adoptando así, para el talud interior la relación mínima 3H: 1V y para el talud exterior una relación $\frac{3}{4}$ H:1V. Además, se especifica que

la cuneta tiene un revestimiento de hormigón igual a 0,10 m recomendado por Álvarez Sacoto y Calle Rivera (2013) para evitar la erosión que puede causar la caída del agua a consecuencia de las pendientes pronunciadas.

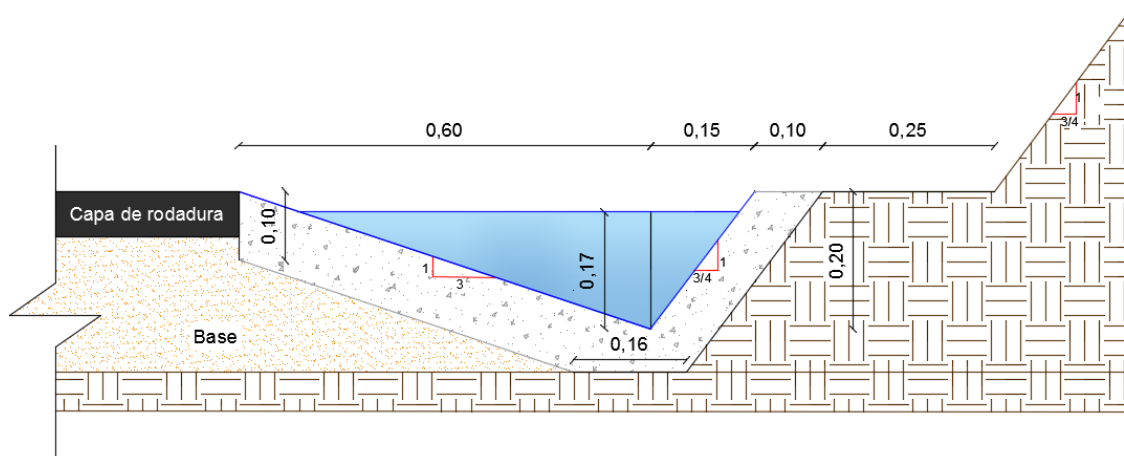


Figura 64. Geometría cuneta triangular para el proyecto

Según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) las dimensiones mínimas para una cuneta triangular son altura de 15 cm y acho de 60 cm, como se aprecia en la Figura 64 las dimensiones seleccionadas para el proyecto están dentro de los límites recomendados, por consiguiente se debe continuar con verificar que la sección seleccionada sea adecuada y óptima para captar el tirante normal de agua que conduce la estructura. Según Dr. Sandoval (2013) el calado normal por el método analítico consiste en dejar las variables de la ecuación de Manning en función de una altura h , utilizando como caudal el caudal máximo calculado del proyecto. Entonces se tiene:

$$m_1 = \frac{Z_1}{h_1} = \frac{0,60}{0,20} = 3 \quad (17)$$

$$m_2 = \frac{Z_2}{h_2} = \frac{0,20}{0,20} = 1 \quad (18)$$

$$S = \frac{(m_1 + m_2) * h^2}{2} = \frac{(3 + 1) * h^2}{2} = 2h^2 \quad (19)$$

$$\begin{aligned}
 P &= h * (\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2}) \\
 &= h * (\sqrt{1 + 3^2} + \sqrt{1 + 1^2}) = 4.58h
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

$$R = \frac{S}{P} = \frac{(m_1 + m_2) * h}{2 * (\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2})} = \frac{2h^2}{4.58h} = 0.44h
 \tag{21}$$

$$Q_{\text{m\u00e1xima del proyecto}} = \frac{J^{1/2} * R_H^{2/3} * S}{n}
 \tag{22}$$

Se analiza el tirante normal con el caudal m\u00e1ximo correspondiente a cada tramo que conforma la ciclov\u00eda segregada Intervalles. El par\u00e1metro desconocido del coeficiente de rugosidad n para hormig\u00f3n en estructuras en situ seg\u00fan el Ministerio de Obras P\u00fablicas y Urbanismo (2015) es de 0,014-0,017 tomando como un promedio 0,015.

Tramo abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros

$$\begin{aligned}
 0,159 &= \frac{\frac{5,5^{1/2}}{100} * (0,44 * h)^{2/3} * (2 * h^2)}{0,015} \\
 h &= 0,17 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tramo abscisa 1+600 hasta 3+290 metros

$$\begin{aligned}
 0,155 &= \frac{\frac{5,0^{1/2}}{100} * (0,44 * h)^{2/3} * (2 * h^2)}{0,015} \\
 h &= 0,17 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Las dimensiones seleccionadas con una altura de 0,20 m son \u00f3ptimas para recoger el caudal del tirante normal calculado para los dos tramos de ciclov\u00eda segregada en la avenida Intervalles. Con estas dimensiones se calcula el caudal de dise\u00f1o, teniendo as\u00ed: Tabla 63 y Tabla 64, en donde se verifica que el caudal de dise\u00f1o es mayor que el caudal calculado.

Tabla 63.*Caudal de diseño abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros*

Tramo N°	Abscisa inicial	Abscisa final	Caudal de diseño (Qd)
	(m)	(m)	(m³/s)
1	0+000	0+111	1,93
2	0+111	0+382	1,93
3	0+382	0+510	1,93
4	0+510	0+655	1,42
5	0+655	0+863	1,42
6	0+863	1+008	2,03

Tabla 64.*Caudal de diseño abscisa 1+600 hasta 3+290 metros*

Tramo N°	Abscisa inicial	Abscisa final	Caudal de diseño (Qd)
	(m)	(m)	(m³/s)
1	1+600	1+691	2,45
2	1+691	2+071	1,95
3	2+071	2+178	1,44
4	2+178	2+417	2,29
5	2+417	2+622	2,29
6	2+622	2+951	2,03
7	2+951	3+015	0,36
8	3+015	3+290	0,36

- **Ciclovía segregada Parque de la Armenia 1+610m a 2+230m**

Se opta por una cuneta rectangular en la corona del terraplén de corte. Donde para la altura del tirante normal se emplea la metodología aplicada en el diseño de rejillas, dando un valor igual a 0,080 m. Para obtener el caudal de diseño se requiere obtener previamente el valor de las variables para la ecuación de Manning; para esto se aplica las dimensiones establecidas en la Figura 65 en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Área máxima}(S_{max}) = (b + h)h = (0,30 + 0,10) * 0,10 = 0,040 \text{ m}^2$$

$$\text{Área mojada } (S) = (b + h_n)h_n = (0,30 + 0,08) * 0,08 = 0,030 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado } (P) = b + h(2\sqrt{2}) = 0,30 + 0,08(2\sqrt{2}) = 0,526 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico } (R) = \frac{A}{P} = \frac{0,030}{0,526} = 0,058 \text{ m}$$

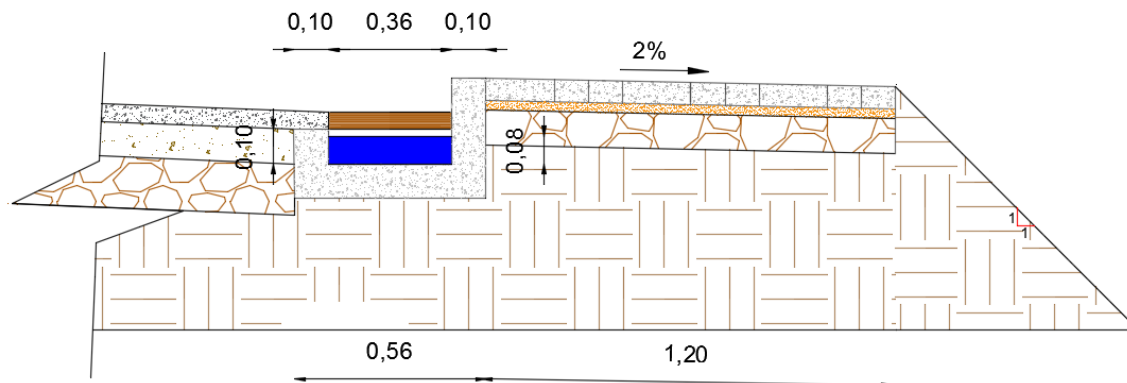


Figura 65. Sección geométrica cuneta rectangular

Como se observa en la Tabla 65 el caudal de diseño es mayor que el caudal calculado, por lo tanto las dimensiones definidas son óptimas para el tramo de ciclovía segregada Parque de la Armenia.

Tabla 65.
Caudal de diseño Parque de la Armenia 1+610m a 2+230m

Tramo (N°)	Abscisa inicial	Abscisa final	Caudal de diseño (Qd)
	(m)	(m)	(m ³ /s)
1	1+610	1+686	1,00
2	1+686	1+762	1,00
3	1+762	1+860	1,00
4	1+860	1+920	1,05
5	1+920	1+980	1,05
6	1+980	2+040	1,05
7	2+040	2+110	1,05
8	2+110	2+230	0,76

- **Velocidad**

Según el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (2015) la velocidad de proyecto es la velocidad media del agua para el caudal de proyecto, este valor debe ser menor que la velocidad máxima admisible para una superficie de hormigón igual a 4.50 – 6.00 m/s.

$$V_p = \frac{Q_p}{A_p} = \frac{m}{s} \quad (23)$$

Se muestra en la Tabla 66, Tabla 67, y Tabla 68 el valor obtenido para la velocidad de proyecto con la que circula el agua en las cunetas definidas. Se observa que el resultado es menor que el máximo recomendado.

Ciclovía Intervalles tramo abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros

Tabla 66.

Velocidad de diseño Intervalles tramo abscisa 0+000 hasta 1+008,06 metros

Tramo N°	Abscisa inicial	Abscisa final	Velocidad del proyecto (Vp)
	(m)	(m)	(m/s)
1	0+000	0+111	0,87
2	0+111	0+382	2,13
3	0+382	0+510	1,01
4	0+510	0+655	1,14
5	0+655	0+863	1,64
6	0+863	1+008	2,78

Ciclovía Intervalles tramo abscisa 1+600 hasta 3+290 metros

Tabla 67.

Velocidad de diseño Intervalles tramo abscisa 1+600 hasta 3+290 metros

Tramo N°	Abscisa inicial	Abscisa final	Velocidad del proyecto (Vp)
	(m)	(m)	(m/s)
1	1+600	1+691	0,64
2	1+691	2+071	2,66
3	2+071	2+178	0,75
4	2+178	2+417	1,67
5	2+417	2+622	1,43
6	2+622	2+951	2,30
7	2+951	3+015	0,45
8	3+015	3+290	1,92

Ciclovía segregada Parque de la Armenia 1+610m a 2+230m

Tabla 68.

Velocidad de diseño Parque de la Armenia tramo abscisa 1+610 hasta 2+230

Tramo N°	Abscisa inicial	Abscisa final	Velocidad del proyecto (Vp)
	(m)	(m)	(m/s)
1	1+610	1+686	0,40
2	1+686	1+762	0,52
3	1+762	1+860	0,63
4	1+860	1+920	0,60
5	1+920	1+980	0,32
6	1+980	2+040	0,42
7	2+040	2+110	0,59
8	2+110	2+230	0,76

6.1.3.2. Sumideros

Para el proyecto se adopta la metodología utilizada en García Hernández, Montoya López, y Rodríguez Hernández (2013) donde sus variables con su respectiva ecuación de cálculo se muestran en la Tabla 69. Se hace énfasis en que, para el diseño de las rejillas en la ciclovía segregada Intervalles, se trabaja con una velocidad de entrada del flujo igual a la que proviene directamente de la cuneta; mientras para la ciclovía segregada Parque de la Armenia se sigue el procedimiento recomendado en la Tabla 69, en donde se obtiene una velocidad de entrada en función a la lámina de agua que se produce sobre el ancho de ciclovía.

Tabla 69.

Parámetros de diseño para sumideros

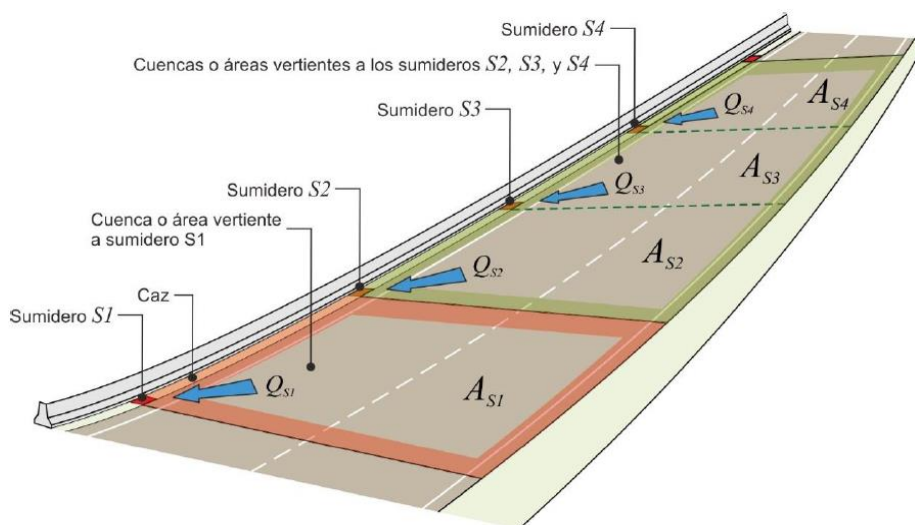
Parámetro	Símbolo	Ecuación o Fuente	Unidad
Caudal	Qc	Diseño de cunetas	m ³ /s
Ancho de la calle cauce	L	Anexo 5	m
Lámina de agua	H	$H = (Q/1,84L)^{2/3}$	m
Corrección por contracciones laterales	L''	$L'' = L - 0,2H$	m

Continúa →

Velocidad del flujo	V	$V = Q/L'' * H$	m/s
Área entre barrotes	A	$A = Q/0,9V$	m ²
Longitud de rejilla	L _r	$L_r = A * (a + b)/a * B$	m
Número de orificios	N	$N = A/a * B$	-
Área definitiva	Ad	$Ad = a * b * N$	m ²
Velocidad entre barrotes	V _b	$V_b = Q/0,9 * Ad$	m/s
Nivel de agua en el canal de aducción	h	$h = (Q^2/g * B^2)^{1/3}$	m
Velocidad final	V _F	$V_F = Q/B * h$	m/s

Fuente: (García Hernández, Montoya López, & Rodríguez Hernández, 2013)

Con el fin de darle un factor de seguridad al diseño se recomienda según el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (2015) que la capacidad de desfogue de cada rejilla sea capaz de resistir su caudal propio más un 30% del caudal de proyecto de hasta tres sumideros colocados inmediatamente aguas arriba, todo esto asumiendo la posibilidad de que si un sumidero se tapa pueda desaguar en el siguiente, como se muestra en la Figura 66.

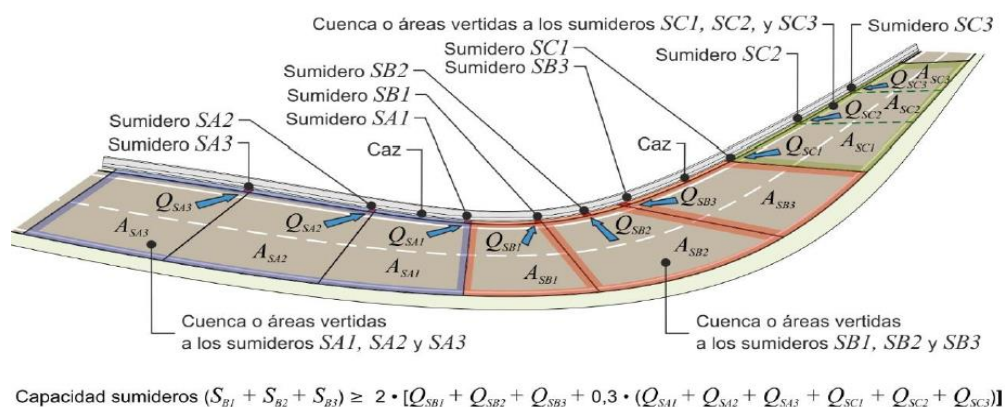


$$\text{Capacidad sumidero } S1 \geq Q_{S1} + 0,3 \cdot (Q_{S2} + Q_{S3} + Q_{S4})$$

Figura 66. Capacidad para un sumidero en un tramo en pendiente

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2015)

También se menciona en el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (2015) que en las rejillas ubicadas en puntos bajos deben poder absorber el doble de la suma de su caudal propio más el 30% del caudal del proyecto de hasta tres sumideros aguas arriba, en cada tramo en pendiente que se junte en el punto bajo (Figura 67).



$$\text{Capacidad sumideros } (S_{B1} + S_{B2} + S_{B3}) \geq 2 \cdot [Q_{SB1} + Q_{SB2} + Q_{SB3} + 0,3 \cdot (Q_{SA1} + Q_{SA2} + Q_{SA3} + Q_{SC1} + Q_{SC2} + Q_{SC3})]$$

Figura 67. Capacidad de un sumidero en puntos bajos

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2015)

Se adopta considerando la NTE INEN 2496 (2009) un ancho de barrote (b) igual a 0,0254 m con una separación (a) de 0,05 m y un ancho de rejilla sin tomar en cuenta los espesores de la tapa (B) de 0,25 o 0,30 m; dependiendo de las condiciones hidráulicas como se muestra en la Tabla 70 y Tabla 71; donde además, se indica los valores obtenidos para el diseño definitivo de sumideros del proyecto. El canal de aducción para la ciclovía segregada Intervalles es el pozo de entrada que comunica el dren transversal y para la ciclovía segregada Parque de la Armenia es la cuneta rectangular que acumula el caudal a un punto de desfogue. Se opta por seleccionar como proveedor a FUNDIRECICLAR, empresa Ecuatoriana que es capaz de proveer rejillas a la medida, según los valores obtenidos para el proyecto se selecciona una rejilla de 0,360 m x 0,500 m (Figura 68)

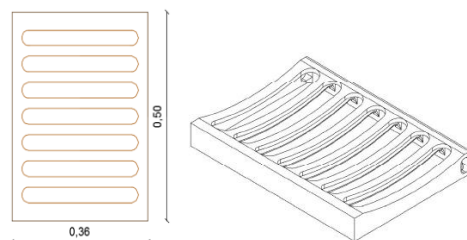


Figura 68. Rejilla tipo adoptada para el proyecto

Tabla 70.
Diseño de rejillas ciclovía segregada Intervalles

Tramos de acopio	Sumidero	Caudal calculado	Velocidad	Caudal de sumidero	Área entre barrotes	Ancho de rejilla	Longitud de rejilla	Número de orificios		Área definitiva	Velocidad definitiva	Nivel de agua en el pozo	Altura del pozo	Velocidad final
		(m ³ /s)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ²)	(m)	(m)	Calculado	Definitivo	(m ²)	(m/s)	(m)	(m)	(m/s)
Intervalles Abscisa 0+000 hasta 1+008,06														
1	S1	0,050	0,87	0,050	0,064	0,25	0,39	5,11	6,00	0,075	0,74	0,16	0,5	0,40
2	S2	0,122	2,13	0,137	0,071	0,25	0,43	5,72	6,00	0,075	2,03	0,31	0,5	1,10
6	S3	0,159	2,78	0,159	0,064	0,25	0,38	5,08	6,00	0,075	2,36	0,35	0,5	1,27
Intervalles Abscisa 1+600 hasta 3+290														
2 y 3	S1	0,20	2,66	0,199	0,083	0,25	0,50	6,65	7,00	0,088	2,53	0,40	0,5	1,59
6	S2	0,13	2,30	0,134	0,065	0,25	0,39	5,18	6,00	0,075	1,99	0,31	0,5	1,07
7	S3	0,03	0,45	0,026	0,064	0,25	0,39	5,14	6,00	0,075	0,39	0,10	0,5	0,21
Une con la cuneta	S4	0,11	1,92	0,120	0,069	0,25	0,42	5,55	6,00	0,075	1,77	0,29	0,5	0,96

Tabla 71.
Diseño de rejillas Parque de la Armenia abscisa 1+610 hasta 2+230

Sumidero	Caudal calculado	Lámina de agua	Corrección contracciones laterales	Velocidad	Caudal de sumidero	Área entre barros	Ancho de rejilla	Longitud de rejilla	Número de orificios		Área definitiva	Velocidad definitiva	Nivel de agua en el pozo	Altura del pozo	Velocidad final
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ²)	(m)	(m)	Calculado	Definitivo	(m ²)	(m/s)	(m)	(m)	(m/s)
S1	0,010	0,0148	2,997	0,22	0,010	0,049	0,25	0,30	3,96	4,00	0,050	0,22	0,05	0,10	0,40
S2	0,010	0,0148	2,997	0,22	0,013	0,064	0,25	0,39	5,15	6,00	0,075	0,19	0,07	0,10	0,52
S3	0,013	0,0177	2,996	0,25	0,019	0,086	0,30	0,43	5,74	6,00	0,090	0,23	0,07	0,10	0,63
S4	0,008	0,0128	2,997	0,21	0,018	0,095	0,30	0,48	6,36	7,00	0,105	0,19	0,07	0,10	0,60
S5	0,008	0,0128	2,997	0,21	0,008	0,043	0,25	0,26	3,41	4,00	0,050	0,18	0,05	0,10	0,32
S6	0,008	0,0128	2,997	0,21	0,010	0,055	0,25	0,33	4,44	5,00	0,063	0,18	0,06	0,10	0,42
S7	0,010	0,0148	2,997	0,22	0,0148	0,073	0,25	0,44	5,86	6,00	0,075	0,22	0,07	0,10	0,59
S8	0,015	0,0194	2,996	0,26	0,0228	0,099	0,30	0,50	6,57	7,00	0,105	0,24	0,08	0,10	0,76

6.1.3.3. Drenaje transversal

Se tiene en la Tabla 72 la ubicación precisa de cada pozo y quebrada que se encuentran en la zona de estudio para el diseño hidráulico de las ciclovías segregadas dentro del proyecto.

Tabla 72.

Ubicación pozos y quebradas en la zona de estudio para ciclovías segregadas

Símbolo utilizado en el diseño de alcantarillas	Tipo	Coordenadas	
		X	Y
Ciclovía segregada Intervalles abscisa 0+000 – 1+008,06			
A1	Pozo 1	783821,18	9971585,19
A2	Pozo 2	784075,44	9971522,93
A3	Pozo 3	783886,69	9971038,00
Q1	Quebrada 1	784091,64	9971397,86
Q2	Quebrada 2	784095,45	9971252,61
Ciclovía segregada Intervalles abscisa 1+600 – 3+290			
A1	Pozo 1	784020,00	9970137,39
A2	Pozo 2	784110,00	9969681,11
A3	Pozo 3	784047,13	9969299,55
A4	Pozo 4	784159,22	9969047,99
Q3	Quebrada 3	783879,35	9970483,59
Q4	Quebrada 4	784103,76	9970069,54
Q5	Quebrada 5	784202,97	9969861,12

- **Ciclovía segregada Avenida Intervalles abscisa: 0+000 a 1+008,06 m y Abscisa 1+600m hasta 3+290m**

Para el diseño de las alcantarillas transversales que nacen y terminan en un pozo se utiliza la metodología propuesta en Villón Béjar (2005) que se ajusta mejor al proyecto, y consiste fundamentalmente en verificar que las pérdidas asumidas sean menores que las pérdidas reales a partir del dimensionamiento de los parámetros establecidos en la Figura 69.

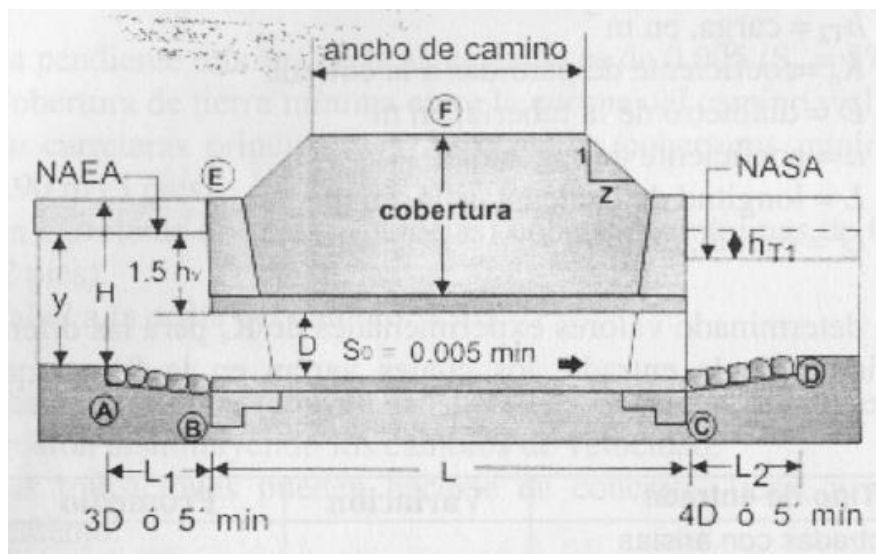


Figura 69. Parámetros para el diseño de las alcantarillas de pozo
Fuente: (Villón Béjar, 2005)

En la Tabla 73 se indican las ecuaciones planteadas para el diseño de las alcantarillas de pozo, asumiendo previamente un valor de diámetro (D) en metros y considerando el caudal (Q) en m^3/s que entra a través del sumidero. Se toma en cuenta que para el proyecto no se diseña el pozo de salida, debido a que la tubería de desfogue empata a un pozo de salida existente, el mismo que actualmente sirve para desfogue de la avenida de flujo vehicular Intervalles.

Tabla 73.

Parámetros requeridos para el diseño de alcantarillas de desfogue

Parámetro	Símbolo	Ecuación	Unidad
Área	A	$\pi * D^2 / 4$	m^2
Velocidad del conducto	v	$v = Q/A$	m/s
Carga de velocidad en la alcantarilla	hv	$hv = v^2 / 2 * g$	m

Continúa →

Elevación del nivel de agua a la entrada de la alcantarilla	NAEA	Cota A + y	msnm
Cota de fondo del canal antes de la transición	Cota A	Anexo 6	msnm
Tirante del agua	y	Diseño de sumideros	m
Elevación del fondo de la tubería al inicio de la alcantarilla	Cota B	$Cota B = NAEA - 1.5hv - D$	msnm
Elevación de la carretera, o fondo del canal a atravesar	Cota F	Anexo 6	msnm
Longitud total de la alcantarilla	L	Anexo 6	m
Caída en la tubería	ΔZ	$\Delta Z = LS_o$	m
Pendiente de la tubería	So	Diseño de cunetas	m/m
Elevación del fondo al final de la alcantarilla	Cota C	$Cota C = Cota B - \Delta Z$	msnm
Pendiente de la línea de energía	S_E	$S_E = \left(hv * n / R^{\frac{2}{3}} \right)^2$	
Radio hidráulico	R	$R = \left(Q * n / A * \sqrt{S_o} \right)^{3/2}$	m
Altura de la línea de energía	hfe	$hfe = LS_E$	m

Continúa →

Pérdidas asumidas	h_{T1}	$h_{T1} = 1.5h_v + hf_E$	m																		
Nivel de agua en la salida	NASA	$NASA = NAEA - h_{T1}$	m																		
Pérdidas reales	h_{T2}	$h_{T2} = Q^2 \left(\frac{0,0828(1 + ke)}{D^4} + \left(\frac{10,2907n^3L}{D^{16/3}} \right) \right)$	m																		
Coeficientes de pérdidas a la entrada	Ke	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de entrada</th> <th>Variación</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Para entradas con aristas rectangulares instaladas al ras en los muros de cabeza verticales</td> <td>0.43 – 0.70</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Para entradas con aristas redondeadas instaladas al ras en muros de cabeza verticales $r/D \geq 0.15$</td> <td>0.08 – 0.27</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>Para tubo de concreto de espiga o de campana instalado al ras en el muro de cabeza vertical</td> <td>0.10 – 0.33</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>Para tubos de concreto salientes con extremos de espiga o e campana</td> <td>.....</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>Para tubos de acero o de metal ondulado</td> <td>0.5 – 0.9</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de entrada	Variación	Promedio	Para entradas con aristas rectangulares instaladas al ras en los muros de cabeza verticales	0.43 – 0.70	0.50	Para entradas con aristas redondeadas instaladas al ras en muros de cabeza verticales $r/D \geq 0.15$	0.08 – 0.27	0.10	Para tubo de concreto de espiga o de campana instalado al ras en el muro de cabeza vertical	0.10 – 0.33	0.15	Para tubos de concreto salientes con extremos de espiga o e campana	0.20	Para tubos de acero o de metal ondulado	0.5 – 0.9	0.85	-
		Tipo de entrada	Variación	Promedio																	
Para entradas con aristas rectangulares instaladas al ras en los muros de cabeza verticales	0.43 – 0.70	0.50																			
Para entradas con aristas redondeadas instaladas al ras en muros de cabeza verticales $r/D \geq 0.15$	0.08 – 0.27	0.10																			
Para tubo de concreto de espiga o de campana instalado al ras en el muro de cabeza vertical	0.10 – 0.33	0.15																			
Para tubos de concreto salientes con extremos de espiga o e campana	0.20																			
Para tubos de acero o de metal ondulado	0.5 – 0.9	0.85																			

Se recalca que según Keller y Sherar (2008) la pendiente de la alcantarilla debe ser mayor en un 2% a la pendiente longitudinal de la cuneta que desfoga y se debe instalar con un ángulo de 0 a 30 grados perpendicular al camino. El coeficiente de rugosidad para una tubería de PVC es igual a 0,009 y el coeficiente de entrada (ke) es igual a 0,50. Asimismo, en la Figura 70 se indica un pozo de entrada tipo para las tuberías que desfogon el caudal de las cunetas.

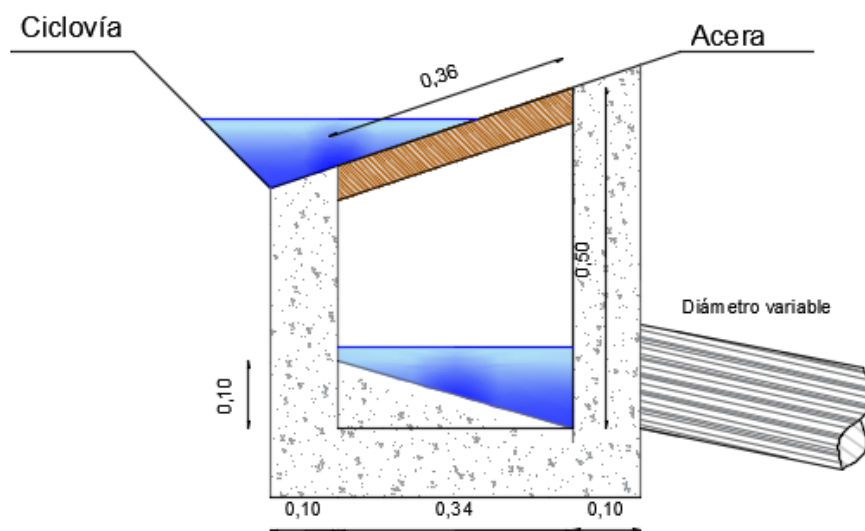


Figura 70. Pozo de entrada tipo para la ciclovía segregada Intervalles

En el Tabla 74 y Tabla 75 se muestra el diseño definitivo de las alcantarillas de desfogue para la ciclovía segregada Intervalles, donde se verifica que con el diámetro establecido las pérdidas asumidas son menores que las pérdidas reales, por tal motivo cumple la condición.

Tabla 74.

Diseño de alcantarillas para ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06, en función a la condición de pérdidas asumidas

Alcantarilla	Pendiente de la tubería		Caudal calculado	Diámetro de tubería	Área	Velocidad	Carga de velocidad	Nivel de agua en el pozo	Elevación A	Nivel de agua de entrada	Cota B	Cota F	Altura del pozo parcial	Longitud	Caída en la tubería	Cota C	Radio hidráulico	Pendiente de la línea de energía	Altura de línea de energía	Pérdidas asumidas	Nivel de agua a la salida de la alcantarilla	Cota D	Pérdidas reales	Comprobación (ht2>ht1)															
	So	Qc																							D	A	v	hv	y	NAEA	H	L	ΔZ	R	Se	hfe	ht1	NASA	ht2
	(%)	(m ³ /s)																							(cm)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m)	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
A1	7,00	0,05	20,00	0,20	0,03	1,59	0,13	0,16	2459,94	2460,10	2459,71	2460,47	0,40	3,40	0,24	2459,47	0,01	0,000	0,002	0,20	2459,90	2459,74	0,23	Cumple															
A2	7,00	0,14	25,00	0,25	0,05	2,79	0,40	0,31	2446,37	2446,68	2445,83	2446,90	0,40	3,40	0,24	2445,60	0,03	0,001	0,005	0,60	2446,08	2445,77	0,68	Cumple															
A3	7,50	0,16	25,00	0,25	0,05	3,24	0,53	0,35	2443,47	2443,82	2442,77	2444,00	0,40	33,00	2,48	2440,29	0,03	0,002	0,067	0,87	2442,95	2442,60	1,93	Cumple															

Tabla 75.

Diseño de alcantarillas para ciclovía Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290, en función a la condición de pérdidas asumidas

Alcantarillas	Pendiente de la tubería		Caudal calculado	Diámetro de tubería	Área	Velocidad	Carga de velocidad	Nivel de agua en el pozo	Elevación A	Nivel de agua de entrada	Cota B	Cota F	Altura del pozo parcial	Longitud	Caída en la tubería	Cota C	Radio hidráulico	Pendiente de la línea de energía	Altura línea de energía	Pérdidas asumidas	Nivel de agua a la salida de la alcantarilla	Cota D	Pérdidas reales	Comprobación (ht2>ht1)															
	So	Qc																							D	A	v	hv	y	NAEA	H	L	ΔZ	R	Se	hfe	ht1	NASA	ht2
	(%)	(m ³ /s)																							(cm)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m)	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)	(m)	(msnm)	(m)
A1	7,00	0,20	25,00	0,25	0,05	4,05	0,84	0,40	2395,92	2396,32	2394,81	2396,45	0,40	3,40	0,24	2394,58	0,05	0,0030	0,0102	1,27	2395,05	2394,65	1,44	Cumple															
A2	7,46	0,13	20,00	0,20	0,03	4,27	0,93	0,31	2422,05	2422,36	2420,77	2422,58	0,40	3,40	0,25	2420,52	0,05	0,0035	0,0120	1,40	2420,96	2420,65	1,67	Cumple															
A3	2,17	0,03	16,00	0,16	0,02	1,29	0,09	0,10	2435,94	2436,04	2435,75	2436,47	0,40	3,40	0,07	2435,68	0,02	0,0001	0,0003	0,13	2435,91	2435,81	0,16	Cumple															
A4	2,17	0,12	25,00	0,25	0,05	2,44	0,30	0,29	2435,47	2435,76	2435,05	2436,00	0,40	3,40	0,07	2434,98	0,06	0,0003	0,0011	0,46	2435,30	2435,01	0,52	Cumple															

Además, se comprueba que con las dimensiones adoptadas el caudal calculado (Q_c) sea menor que el caudal de diseño (Q_h), utilizando para el cálculo las siguientes ecuaciones en función al tirante de agua normal (y_n), valor que se obtiene del programa Hcanales y que depende del caudal; coeficiente de rugosidad; pendiente y diámetro de la tubería (Figura 71).

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Diámetro (d): m
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m

Resultados:

Tirante normal (y): m
 Área hidráulica (A): m²
 Espejo de agua (T): m
 Número de Froude (F):
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Perímetro mojado (p): m
 Radio hidráulico (R): m
 Velocidad (v): m/s
 Energía específica (E): m-Kg/Kg

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Figura 71. Cálculo del tirante normal para tubería de 2 m, quebrada 3.

Para un mejor entendimiento en la Figura 72 se muestra las variables que conforman las ecuaciones de diseño para una tubería en función de su caudal; y en la Tabla 76 se encuentra el resultado obtenido, donde se comprueba que el diámetro definido para la tubería es suficiente para soportar el caudal calculado.

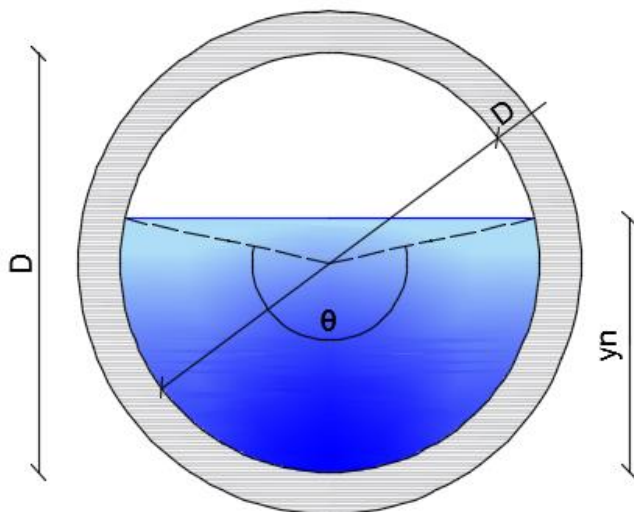


Figura 72. Tubería tipo para el proyecto

$$\theta = 2 * \arccos(D - 2 * y_n/D); (\text{rad}) \quad (24)$$

$$\text{Área} = A = D^2(\theta_{\text{rad}} - \sin \theta)/8; (\text{m}^2) \quad (25)$$

$$\text{Perímetro mojado} = P = D * \theta_{\text{rad}}/2; (\text{m}) \quad (26)$$

$$\text{Radio hidráulico} = R = A/P; (\text{m}) \quad (27)$$

$$\text{Caudal de diseño} = Q_d = A * R^{2/3} * \sqrt{S_0}/n; (\text{m}^3/\text{s}) \quad (28)$$

Tabla 76.

Diseño hidráulico de alcantarillas ciclovía segregada Intervalles, en función a la condición de su caudal

Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06									
Alcantarilla	Tirante normal (m)	Diámetro (m)	Pendiente (%)	Ángulo (rad)	Área (m²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico	Caudal hidráulico (Qh)(m³/s)	Condición (Qh>Qc)
A1	0,09	0,20	0,07	2,94	0,01	0,29	0,05	0,05	cumple
A2	0,14	0,25	0,07	3,38	0,03	0,42	0,07	0,14	cumple
A3	0,15	0,25	0,08	3,55	0,03	0,44	0,07	0,16	cumple
Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290									
A1	0,18	0,25	0,07	4,08	0,04	0,51	0,07	0,20	cumple
A2	0,17	0,20	0,07	4,73	0,03	0,47	0,06	0,13	cumple
A3	0,10	0,16	0,02	3,65	0,01	0,29	0,05	0,03	cumple
A4	0,19	0,25	0,02	4,31	0,04	0,54	0,08	0,12	cumple

Dentro del proyecto en los desfogues que se efectúan de manera directa hacia una quebrada, se realiza el diseño de la tubería para el cruce de cauce natural, analizando previamente la cuenca del río. En la Figura 73 se muestra las cuencas hidrográficas dentro del área del proyecto para la ciclovía Intervalles, donde se especifica la altura de inicio y área de las mismas; así como el punto de desfogue y la longitud del cauce principal.

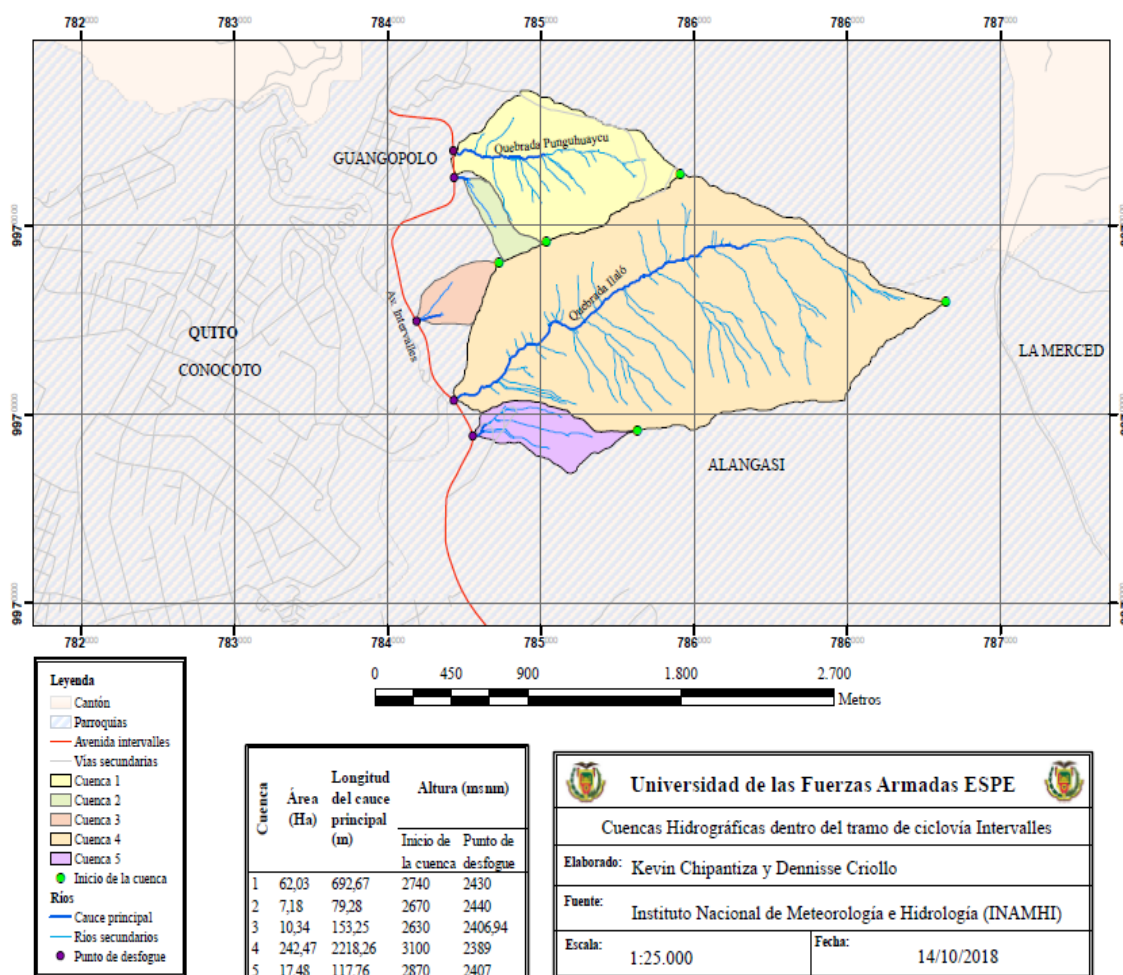


Figura 73. Cuenas hidrográficas dentro del proyecto

Se recomienda según Keller y Sherar (2008) que el tubo a sus extremos sobresalga entre 0.5 a 1.0 m; con el fin de que no queden obstruidos con sedimentos ni sean cubiertos por el talud de terraplén; además según el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) se debe tener una pendiente mínima de 0.5% para evitar la sedimentación.

En la Tabla 77 y Tabla 78 se indica los valores obtenidos en el diseño de las tuberías para el cruce del cauce natural de cada cuenca, donde se verifica que el caudal calculado es menor que el caudal de diseño, utilizando la pendiente recomendada del 5%. Para el caudal calculado se aplica el método racional explicado con anterioridad en el diseño de cunetas, siendo la variante el tiempo de concentración, debido a que se aplica la ecuación de Rowe recomendada por el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003). Además, para obtener el caudal calculado total se debe sumar el caudal que se desfoga desde la cuneta más el caudal correspondiente al río. Para el caudal de diseño se utiliza el mismo procedimiento empleado en el diseño de alcantarillas de pozo, basada en el tirante normal de agua.

$$tc = 0,0195(L^3/H)^{0,385} \quad (29)$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración, (min)

L = longitud del cauce principal, (m)

H = desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, (m)

Tabla 77.

Diseño hidráulico para alcantarillas que permiten el cruce del cauce natural. Intervalles abscisa 1+000 hasta 1+008,06

Quebrada	Cota quebrada		Área de cuenca (Ha)	Coeficiente de escorrentía	Longitud del cauce (m)	Alturas en cuenca (msnm)		Diferencia de alturas (m)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal de la cuenca (m ³ /s)	Caudal acumulado de cunetas (m ³ /s)	Caudal total (Qc) (m ³ /s)	Diámetro (m)	Tirante normal (m)	Pendiente (%)	Ángulo (rad)	Área (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Caudal hidráulico (Qh) (m ³ /s)	Condición (Qh>Qc)
	(msnm)	(msnm)				Inicio	Desfogue															
Q1	2430	62,03	0,52	692,67	2740	2430	310	4,09	167,53	15,01	0,12	15,13	2,50	1,84	0,01	4,13	3,88	5,17	0,75	15,13	cumple	
Q2	2440	7,18	0,52	79,28	2670	2440	230	0,38	296,49	3,07	0,09	3,17	2,00	0,81	0,01	2,76	1,19	2,76	0,43	3,22	cumple	

Tabla 78.

Diseño hidráulico para alcantarillas que permiten el cruce del cauce natural. Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290

Quebrada	Cota quebrada		Área de cuenca (Ha)	Coeficiente de escorrentía	Longitud del cauce (m)	Alturas en cuenca (msnm)		Diferencia de alturas (m)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal de la cuenca (m ³ /s)	Caudal acumulado de cunetas (m ³ /s)	Caudal total (Qc) (m ³ /s)	Caudal parcial (Qc) (m ³ /s)	Diámetro (m)	Tirante normal (m)	Pendiente (%)	Ángulo (rad)	Área (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Caudal hidráulico (Qh) (m ³ /s)	Condición (Qh>Qc)
	(msnm)	(msnm)				Inicio	Desfogue																
Q3	2406,94	10,34	0,455	153,25	2630	2406,94	223,06	0,81	246,47	3,22	0,04	3,26	-	2,50	0,78	0,50%	2,37	1,31	2,96	0,44	3,57	cumple	
Q4	2389	242,5	0,455	2218,26	3100	2389	711	11,39	131,13	40,19	0,10	40,28	20,14	3,00	1,91	0,50%	3,70	4,75	5,54	0,86	20,19	cumple	
Q5	2407	17,48	0,455	117,76	2870	2407	463	0,45	283,49	6,26	0,08	6,35	20,14	3,00	1,91	0,50%	3,70	4,75	5,54	0,86	20,19	cumple	
													6,35	2,00	1,21	0,50%	3,56	1,99	3,56	0,56	6,35	cumple	

- **Ciclovía segregada Parque de la Armenia 1+610m a 2+230m**

Se utiliza una sola tubería PVC de desfogue al final de la cuneta rectangular, que funciona como una rampa de descarga hacia el Rio San Pedro (Figura 74) y en la Tabla 79 se tiene sus especificaciones.

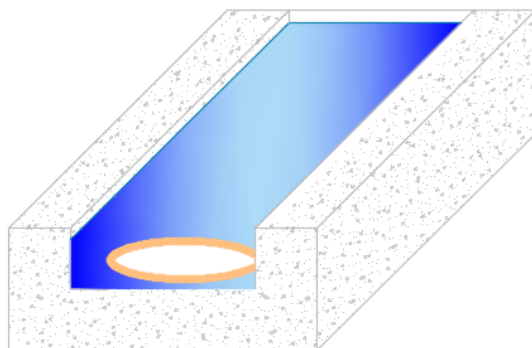


Figura 74. Ubicación tipo de tubería para el desfogue de la cuneta ubicada en la ciclovía segregada Parque de la Armenia

Tabla 79.

Especificaciones para tubería de desfogue Ciclovía segregada Parque de la Armenia

Alcantarillas	Pendiente de la tubería		Caudal calculado		Diámetro de tubería	
	S_o		Q_c		D	
	(%)		(m^3/s)		(cm)	(m)
A1	36		0,1160		25,00	0,250

Para su diseño se comprueba que el caudal de diseño sea mayor que el caudal calculado, en base a la metodología aplicada en la ciclovía segregada Intervalles en función al tirante normal como se muestra en la Tabla 80.

Tabla 80.

Diseño de alcantarilla tipo rampa de descarga para desfogue ciclovía Parque de la Armenia

Alcantarilla	Tirante normal (m)	Diámetro (m)	Pendiente (%)	Ángulo (rad)	Área (m^2)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico	Caudal hidráulico (Q_h) (m^3/s)	Condición ($Q_h > Q_c$)
A1	0,08	0,25	0,36	2,42	0,01	0,30	0,05	0,12	cumple

6.1.3.4. Protección de entrada y salida para alcantarillas

Conforme Keller y Sherar (2008) para el dimensionamiento de la pared frontal se debe considerar la altura de entrada del agua (H_e), que está en función del caudal de entrada y el diámetro de la tubería. En la Figura 75 se indica el procedimiento que se debe seguir para obtener una relación H_e/D . Con el resultado de esta relación al multiplicar por el diámetro de la tubería (D) se obtiene la H_e total, siendo este igual a la altura total (H) de la pared.

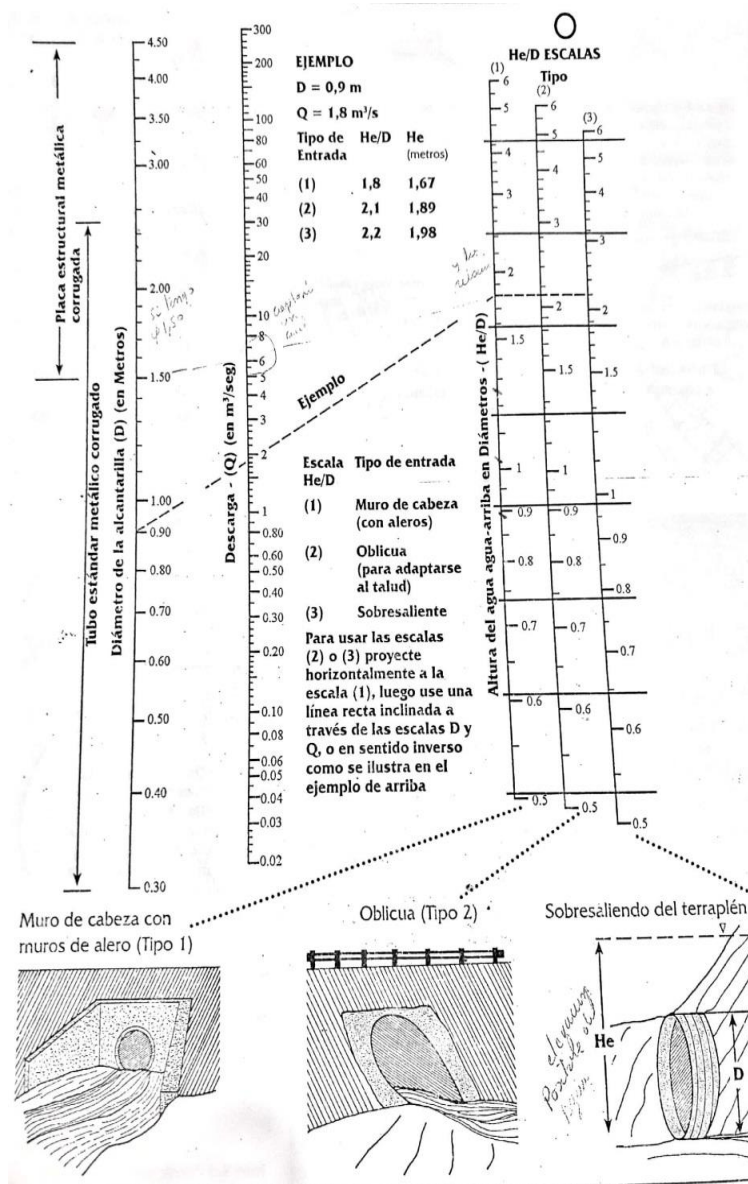


Figura 75. Altura de entrada de agua para distintos tipos de entrada
 Fuente: (Keller & Sherar, 2008)

Para obtener el ancho (B) se considera el diámetro de la tubería más lo mencionado en el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) donde para la entrada de las alcantarillas circulares se deben rodear con un valor de $0.15 D$ a cada lado (Figura 76).

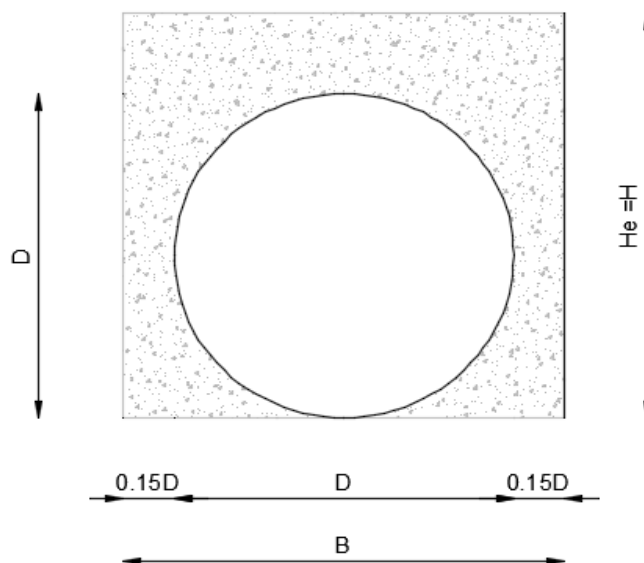
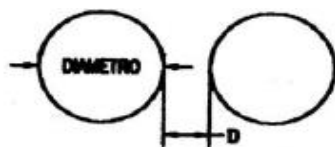


Figura 76. Sección tipo para la pared frontal de la protección de entrada y salida para alcantarillas

En el caso de tener dos tuberías juntas se debe considerar además de lo ya mencionado, el espaciamiento entre tuberías como se muestra en la Figura 77.



DIAMETRO	ESPACIAMIENTO MINIMO ENTRE TUBOS - D
HASTA 0.60 M (24")	0.30 M
0.60 A 1.80 M (24"-77")	LA MITAD DEL DIAMETRO DEL TUBO
1.80 A 4.60 M (72"-180")	0.90 M

Figura 77. Espaciamiento entre tubos
Fuente: (Ministerio de Transporte de Obras Públicas, 2003)

Los muros aleros se dimensionan de acuerdo al Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003), se colocan a un ángulo de inclinación de 45° con respecto al eje longitudinal de la alcantarilla, para el talud con el que descienden se mantiene una relación 1.5H:1V hasta tener una altura entre 0,30 a 0,85 para el proyecto se toma una altura promedio entre estos dos valores igual a 0,60 m. La losa de fondo tiene forma trapezoidal con una base menor (B menor) igual al ancho de la pared frontal y una base mayor (B mayor) igual al ancho de la base menor más dos veces el producto entre el seno del ángulo de inclinación del muro alero y la hipotenusa de la base del mismo (Figura 78).

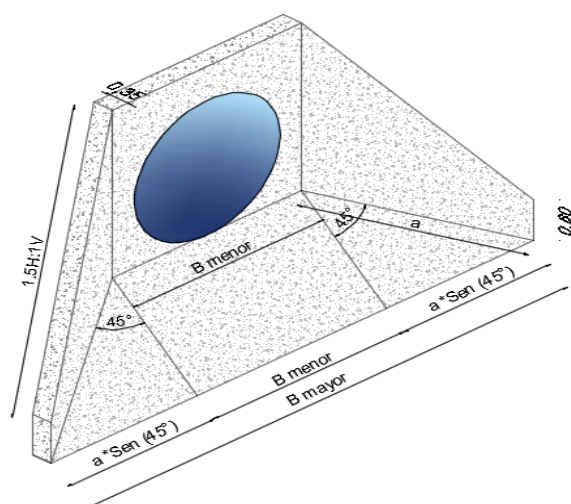


Figura 78. Sección tipo del muro de alero y losa de fondo para protección de entrada y salida de alcantarillado

Además conforme a Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) se debe colocar un dentellón debajo del borde exterior de la losa de fondo cuya altura no será menor de 0,60 m; para el proyecto se define una altura de 0,60 m y un ancho igual a 0,10 m. Se debe proporcionar además, un enrocado delante del dentellón de mínimo 2 capas, que según (Keller & Sherar, 2008) debe tener una longitud de 1 a 3 m y poseer rocas de 15 a 50 kg, siendo el 5% mayores de 25 kg; así como se debe tomar en cuenta que su altura total este entre los 15 a 30 cm. En la Figura 79 se muestra un esquema con las dimensiones establecidas para el proyecto en relación al dentellón y enrocado utilizado.

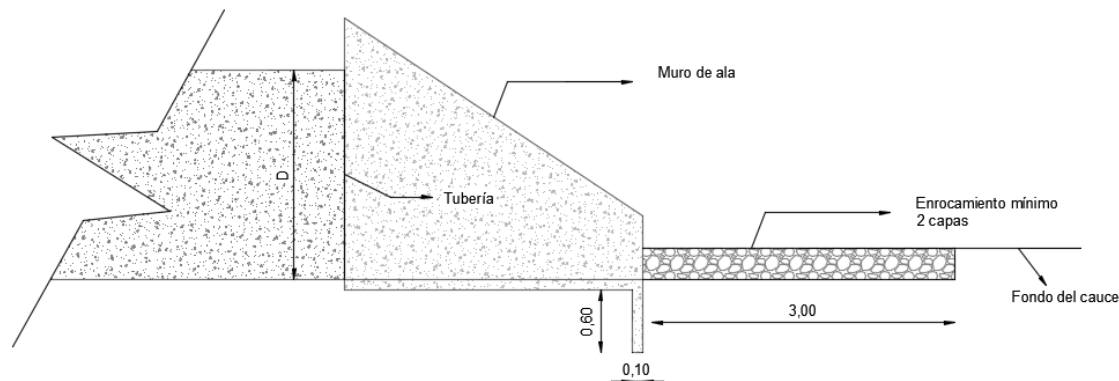


Figura 79. Esquema del dentellón y enrocado
Fuente: (Ministerio de Transporte de Obras Públicas, 2003)

El diseño de la armadura se realiza utilizando la metodología empleada para un diseño de depósitos debido a que se asume la peor situación posible, donde la tubería que permite el paso del cauce esta obstruida y el agua se empoza. En la Tabla 81 y Tabla 82 se muestra las ecuaciones pertinentes para el diseño, teniendo previamente como datos:

- Resistencia del hormigón = $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia de las varillas corrugadas = $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico del agua = $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Peso específico del suelo (cangahua) = $\delta = 1570 \text{ kg/m}^3$. Según (Pachacama Caizaluisa, 2015)
- Coeficiente de fricción del suelo = $\phi = 27,5^\circ = 28^\circ$. Conforme a (Pachacama Caizaluisa, 2015)
- Peso específico del hormigón = $\gamma = 2,4 \text{ T/m}^3$

Tabla 81.
Diseño de muros

Parámetro	Símbolo	Ecuación o Fuente	Unidad
Coficiente de reducción para empuje activo	ka	$ka = 1 - \sin \phi / 1 + \sin \phi$	-
Altura del muro	H	H = Dato en función a la He	m
Espesor del muro	e	$e = 0,10 H$	cm

Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal.	d	$d = e - \text{recubrimiento} \therefore d = e - 0,05$	cm
Diseño por efecto del empuje del agua / (ml) $\therefore b = 100 \text{ cm}$			
Empuje del agua	Ea	$Ea = \gamma * (H^2/2) * 1$	T
Esfuerzo por cortante permisible	σ_p	$\sigma_p = 0,53\sqrt{f'_c}$	Kg/cm ²
Esfuerzo por cortante calculado	σ_c	$\sigma_c = Vu/\phi * b * d$ $\therefore \sigma_c = 1,5 * Ea/0,75 * b * d$	Kg/cm ²
Si $\sigma_p < \sigma_c$, entonces se cambia de espesor y se recalcula.			
Momento	M	$M = Ea * H/3$	T-m
Momento último	Mu	$Mu = 1,5 * M$	T-m
Cuantía	ρ	$\rho = 0,85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left(1 - \left(1 - \frac{2 * Mu * 10^5}{0,90 * 0,85 * f'_c * b * d^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)$	
Cuantía mínima	ρ_{\min}	$\rho_{\min} = 14/f_y$	-
Si $\rho < \rho_{\min}$, entonces; $\rho_{\text{definitivo}} = \rho_{\min}$			
Área de acero	As	$As = \rho * b * d$	cm ²
Diseño por efecto del empuje del suelo/ (ml) $\therefore b = 100 \text{ cm}$			
Empuje del suelo	Es	$Es = \delta * (H^2/2) * 1 * k_a$	kg
Si $Es < Ea$; entonces no se requiere chequear nuevamente el esfuerzo por cortante y se mantiene el espesor; caso contrario cambiar de espesor y recalcularlo			
Momento	M	$M = Es * H/3$	T-m
Momento último	Mu	$Mu = 1,5 * M$	T-m

Continúa \longrightarrow

Cuantía	ρ	$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left(1 - \left(1 - \frac{2 * Mu * 10^5}{0,90 * 0,85 * f'c * b * d^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)$	
Cuantía mínima	ρ_{min}	$\rho_{min} = 14/fy$	-
Si $\rho < \rho_{min}$, entonces; $\rho_{definitivo} = \rho_{min}$			
Área de acero	A_s	$A_s = \rho * b * d$	cm ²
Armadura transversal; (b = 100 cm)			
Cuantía horizontal	$\rho_{horizontal}$	0,0020	-
Espesor del muro	t	t = e	cm
Armadura horizontal por cara	A_{SH}	$A_{SH} = (0,0020 * b * t)/2$	cm ²

Fuente: (Zúñiga, 2015)

Para determinar las armaduras correspondientes a la losa de fondo se trabaja con los momentos últimos respectivos y se encuentra la cuantía con el procedimiento explicado para los momentos en el diseño de muros, tomando en cuenta las mismas consideraciones.

Tabla 82.

Diseño de losa de fondo

Parámetro	Símbolo	Ecuación o Fuente	Unidad
Altura de pared	H	H = Dato en función a la He	m
Espesor de la pared y losa de fondo	e	$e = 0,10 H$	m
Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal.	d	$d = e - \text{recubrimiento}$ $\therefore d = e - 0,05$	cm
Peso unitario de paredes	P	$P = (H * 1 \text{ ml} * e) * \gamma_{\text{Hormigón}}$	T

Continúa →

Armadura inferior vertical; (b = 100 cm)			
Momento	Ma	$Ma = 0,10 * P * (a + b)$	T-m
Armadura inferior horizontal; (b = 100 cm)			
Momento	Mb	$Mb = 0,10 * P * (a + b) \frac{a}{b}$	T-m
Armadura superior			
Momento que produce el empuje del agua	M	$M = Ea * H/3$	T-m
Armadura superior transversal igual a la armadura mínima			

En el Anexo 7 se indica los cálculos realizados para obtener la armadura del conjunto muros de alero de cada alcantarillado que lo requiere; así como en los Anexo 8 se muestra gráficamente sus dimensiones correspondientes y los detalles correspondientes a las secciones de drenaje longitudinal para ciclovía segregada en Av. Intervalles y Av. Sebastián de Benalcázar.

6.1.3.5. Relleno de alcantarillas

- **Ciclovía segregada Avenida Intervalles abscisa: 0+000 m a 1+008,06 y Abscisa 1+600m hasta 3+290m.**

Dentro de estos tramos de ciclovía existen dos tipos de drenaje transversal, uno para desfogar a las cunetas y otro que permite el cruce del cauce. La tubería que conduce el agua que desagua a las cunetas es de PVC, mientras las que conducen el cauce natural son de hormigón armado.

En la Figura 80 se caracteriza el material de relleno para alcantarillas, que de acuerdo a Keller y Sherar (2008) y el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) puede ser: material granular fino; material de excavación si este es de buena calidad, retirando el material grueso mayor a 5 cm; o una mezcla entre grava y arena bien graduada con no más del 10% de finos.

Debe estar libre de humedad en exceso, escombros, arcillas altamente plásticas, raíces o fragmentos de roca mayor a 7.5 cm; además evitar utilizar arena fina uniforme o suelos limosos, debido a que son considerados suelos fino no cohesivos susceptibles a la socavación producida por el movimiento del agua. Para el relleno de apoyo por debajo de la tubería o cama de arena debe ser un material granular libre de rocas de más de 3.8 cm.

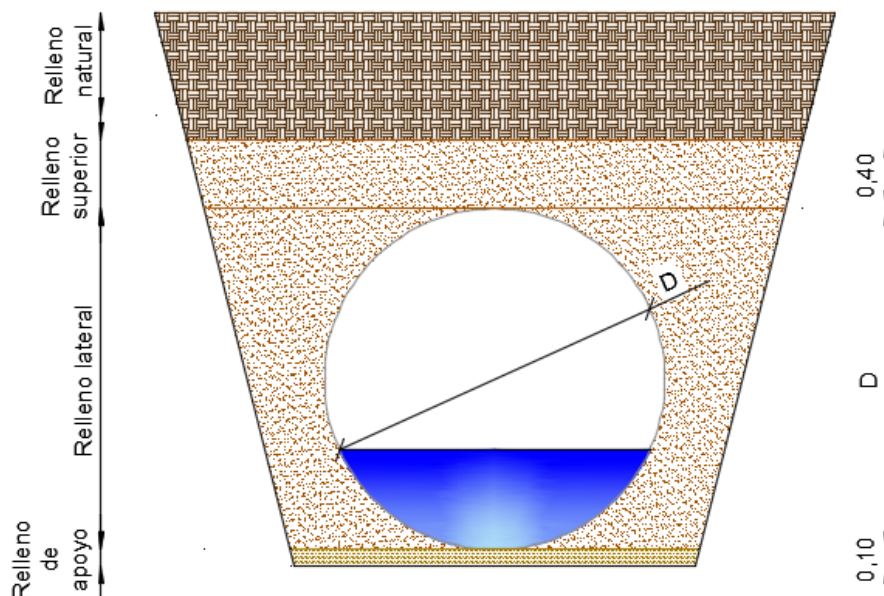


Figura 80. Sección tipo de relleno para tuberías para el proyecto

Según Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2003) el material de apoyo debe tener un espesor mínimo de 10 cm, los costados de la tubería están compactados en capas de 15 cm de manera alternada para evitar ovalamiento. El relleno sobre la corona de la tubería tiene una altura no menor de 40 cm y debe ser compactada en capas de 20 cm.

6.1.4. Obras complementarias

6.1.4.1. Estabilidad de talud

Se determina si con la relación de pendiente establecida para el talud de corte y relleno dentro del proyecto en las ciclovías segregadas, estos son estables. Para esto se analiza la geometría más crítica tanto de corte como relleno en el programa “GeoStudio 2012”, resultando un factor

de seguridad que se obtiene por medio de un análisis del equilibrio límite a través del método preciso de dovelas MORGENSTERN-PRICE; además para determinar la resistencia a corte sigue la ley lineal de Mohr-Coulomb, siendo los parámetros resistentes del terreno la cohesión (KPa) y la tangente del ángulo de rozamiento ($\text{tg}\phi^\circ$); el programa requiere conocer también el peso específico del suelo de análisis (KN/m^3).

Según Instituto Geológico y Minero de España (2006) el análisis de equilibrio límite se caracteriza por cuantificar la seguridad de un talud a través de un coeficiente de seguridad (FS), que consiste en la relación entre la resistencia al corte en el área de deslizamiento y la requerida para conservar el equilibrio de la masa deslizante. Este valor se asume constante en toda la superficie de deslizamiento y debe ser mayor o igual a 1 para considerarse seguro; caso contrario se requiere de obras civiles complementarias que generen la estabilidad del talud. Y el método de dovelas consiste básicamente en dividir la zona de superficie de falla en una serie de fajas verticales, analizando el equilibrio de cada una de ellas; considerando que la superficie de falla es una zona del terreno donde puede ocurrir un deslizamiento o rotura del talud.

Para analizar la estabilidad del talud, el programa requiere definir el material del suelo que conforma el mismo; por este motivo dentro del proyecto se utiliza la información de los ensayos realizado por Pachacama Caizaluisa (2015) para distintos tipos de cangahua, utilizando específicamente el material ubicado en la zona de Pifo “Tipo 2”, debido a que tiene características similares al suelo del proyecto y se encuentra cercano a la zona. En la Tabla 83 se indica los valores que se utiliza para el análisis de la estabilidad del talud, asumiendo la peor situación posible en un proyecto vial; es decir tomando los valores del ensayo cohesivo no drenado a corto plazo (CU).

Tabla 83.
Propiedades índice-mecánicas “Tipo 2”

Tipo de ensayo	Peso específico del suelo (Kn/m^3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de fricción ($^\circ$)
CU	15,40	41,19	23,29

Fuente: (Pachacama Caizaluisa, 2015)

En la Figura 81 se indica los resultados para la estabilidad del mayor talud de corte presente en el diseño de la ciclovía segregada Intervalles, con una inclinación de $\frac{3}{4}$ H: 1V. Asimismo en la Figura 82 se muestra los resultados para el mayor talud de relleno de la ciclovía segregada Parque de la Armenia con una relación de 1H: 1V. En ambas gráficas se expone las especificaciones obtenidas para la masa de deslizamiento producto del análisis de estabilidad de talud.

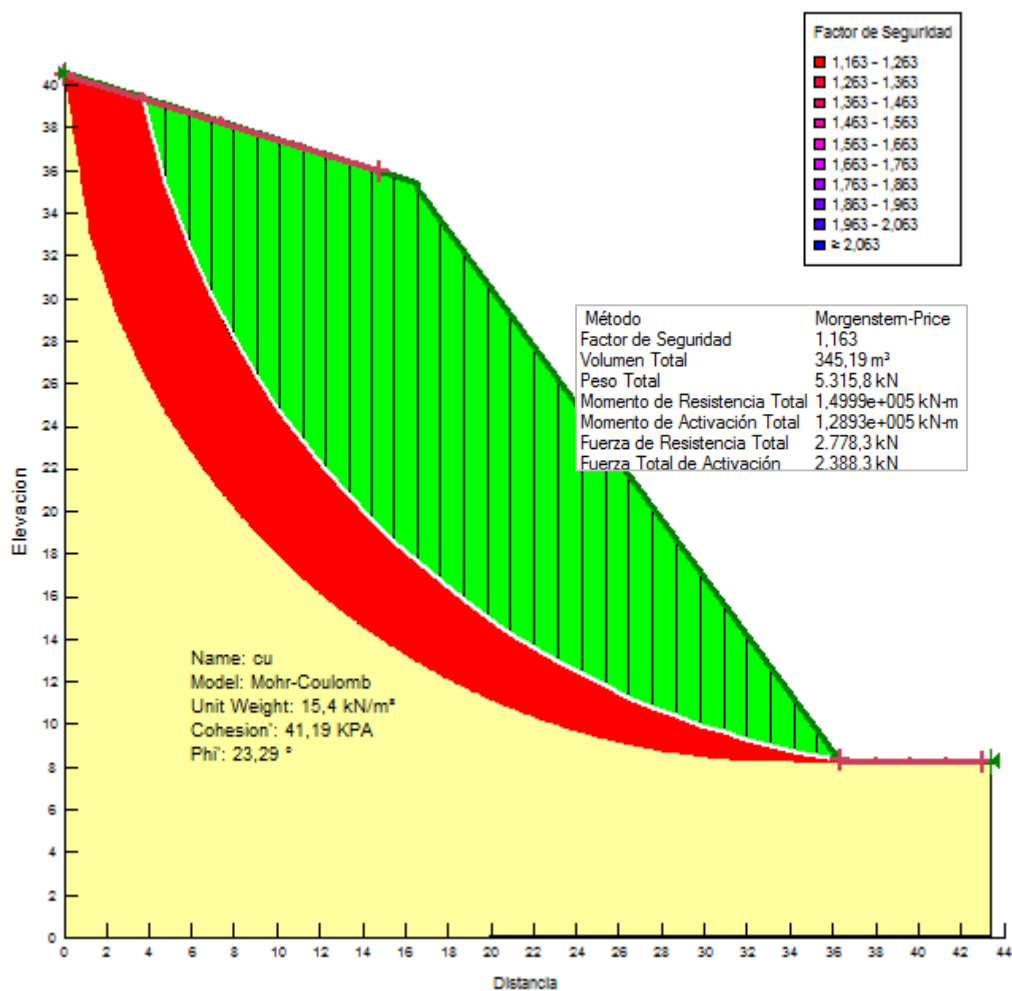


Figura 81. Estabilidad de talud de corte ciclovía segregada Intervalles

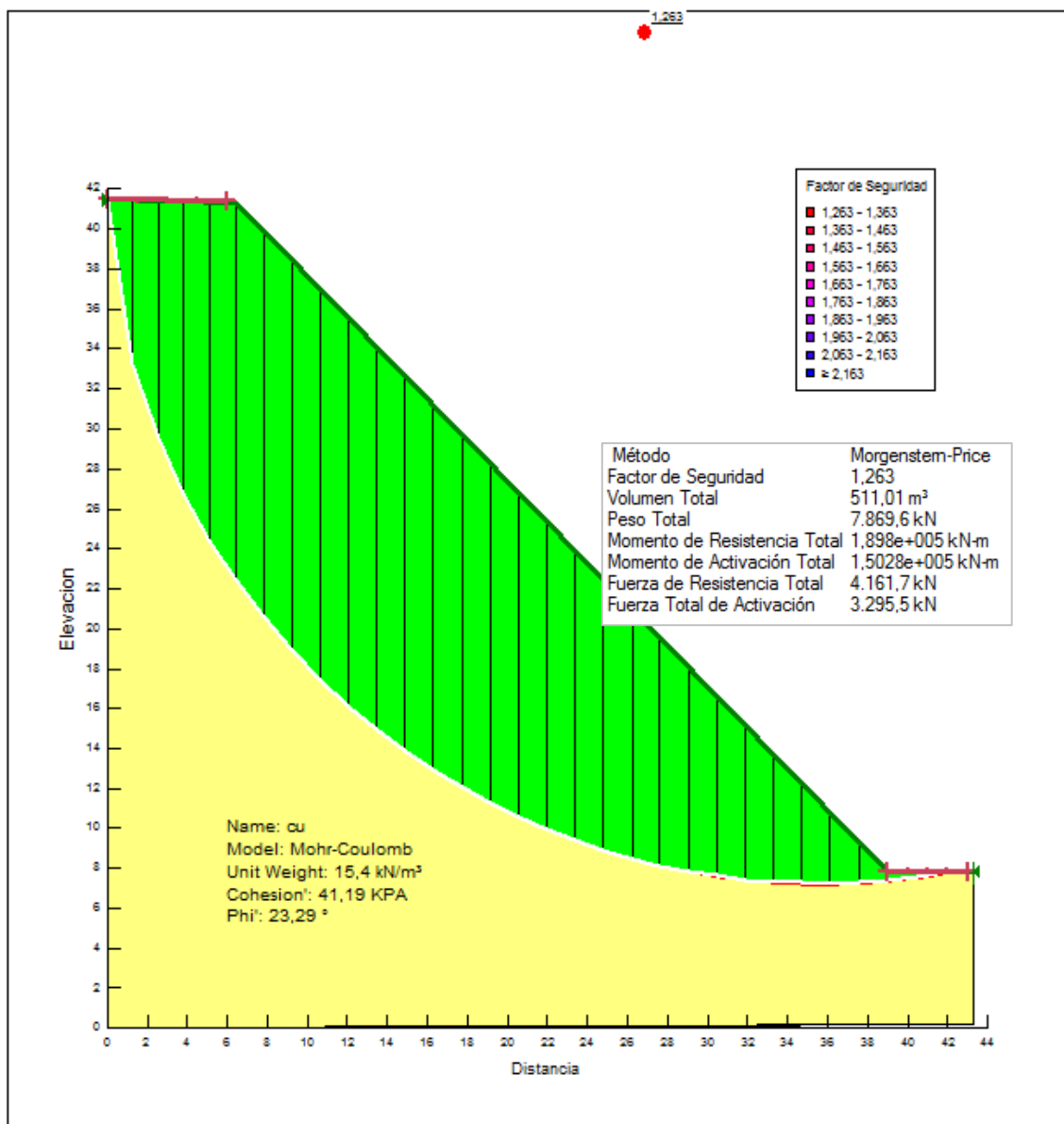


Figura 82. Estabilidad de talud de relleno ciclovía segregada Parque de la Armenia

Se concluye entonces que los taludes tanto de corte como relleno dentro del proyecto son estables con las dimensiones establecidas; por lo tanto, no requieren de obras complementarias para su estabilización.

6.1.4.2. Diseño de veredas y bordillos

En base a las recomendaciones que propone el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2008) para habilitar espacios viales de circulación peatonal, se opta por seleccionar para las veredas del proyecto adoquines de hormigón, tomando en cuenta además sus numerosas ventajas. Se tiene así que, según ICPC (2004) los adoquines al ser piezas prefabricadas para su construcción requieren de poca maquinaria, van unidos por compactación, tiene una vida útil de aproximadamente 40 años, pueden ser reutilizados, están diseñados para resistir cualquier tipo de tránsito, tienen diferentes formas así como colores, y además se puede colocar y prestar servicio el mismo día. Según la NTE INEN 488 (1987) los adoquines para tránsito peatonal pueden tener cualquier forma y conservar un espesor mínimo de 60 mm. La relación entre longitud y ancho no debe ser mayor a 2.0.

En la Figura 83 se muestra el adoquín según ICP (2004) tipo 1 seleccionado para el proyecto; es decir se caracteriza por tener forma rectangular de 20 cm de largo y 10 cm de ancho, cumpliéndose así la relación propuesta por la INEN 488. Para el espesor se tiene un valor comercial de 0,065; siendo mayor que el mínimo recomendado.

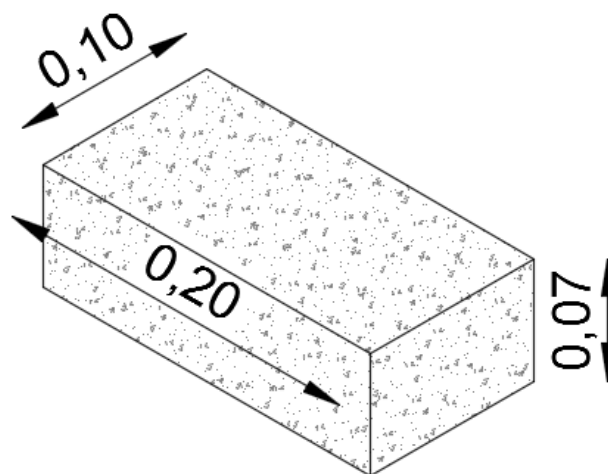


Figura 83. Dimensiones del adoquín seleccionado

En la Figura 84 y Figura 85 se muestra la colocación de los adoquines a lo largo de un metro lineal de vereda en la ciclovía segregada Parque de la Armenia.

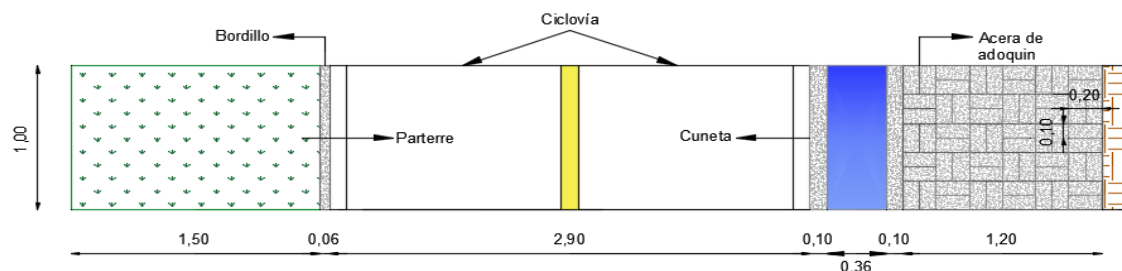


Figura 84. Vista en planta acera ciclovía segregada Parque de la Armenia

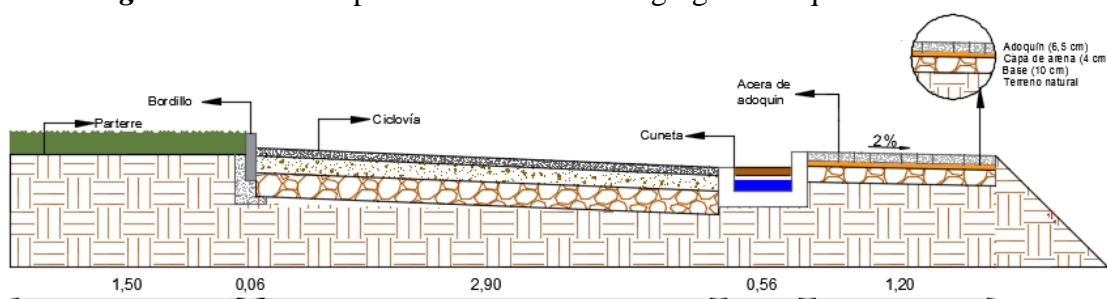


Figura 85. Estructura para adoquinado de acera, ciclovía segregada Parque de la Armenia

Se tiene para la capa de arena un espesor de 4 cm, constituida por arena suelta, así como gruesa y limpia. El espesor de la base granular está en función del tipo de suelo de la zona del proyecto y el tipo de tránsito que va a circular sobre el adoquinado, como ya se mencionó con anterioridad se considera al suelo del proyecto bueno y con un tránsito de circulación pesado bajo; con esta información se selecciona de la Tabla 84 el espesor definitivo de 10 cm.

Tabla 84.

Espesor compactado en centímetro de la base granular

Categoría del suelo	Tipo de tránsito			
	T1	T2	T3	T4
S1	30	35	40	50
S2	15	18	20	30
S3	10	10	10	15

Nota: S1: suelo malo
S2: suelo de calidad intermedia
S3: suelo de buena calidad

T1: Tránsito pesado de 1 a 5
T2: Tránsito pesado de 6 a 20
T3: Tránsito pesado de 21 a 50
T4: Tránsito pesado de 51 a 200

Fuente: (ICPC, 2004)

En la Figura 86 se especifica el dimensionamiento del bordillo de hormigón prefabricado, que se utiliza para el presente proyecto en los tramos de ciclovia segregada Intervalles y Parque de la Armenia con el fin de separar a la ciclovia de su respectivo parterre. Además, al ser un elemento esbelto requiere estar embebido en hormigón simple con un espesor de 0.10 m a cada lado para evitar su fisuramiento.

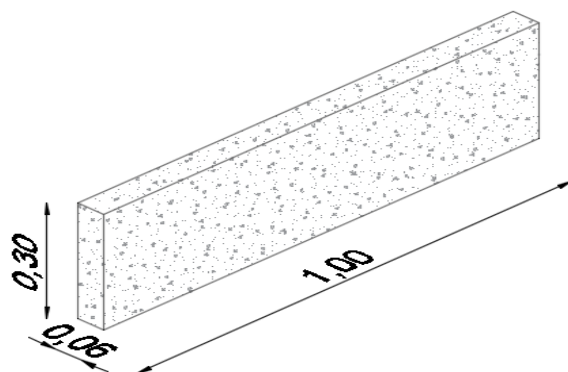
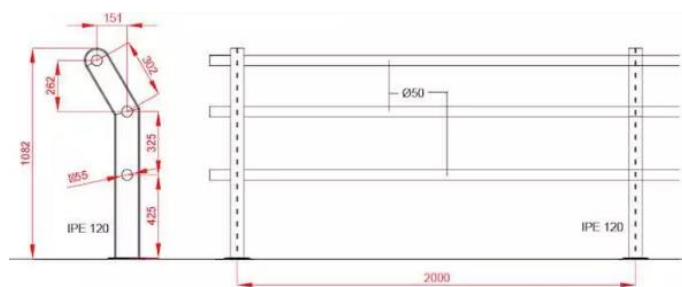


Figura 86. Dimensionamiento de bordillo
Fuente: (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

6.1.4.3. Barandillas peatonales

Según AASHTO (2004) las barandas peatonales medidas desde el borde superior de la acera deben tener como mínimo una altura de 1,060 m y pueden estar compuestas de elementos horizontales así como verticales. Se coloca a partir de los 0,685 m medidos desde la base de la baranda una abertura de 0,15m y desde el borde superior de la baranda se tiene una separación de abertura igual a 0,20 m. En la Figura 87 se muestra un esquema dimensional para la barandilla peatonal recomendada a utilizar en el proyecto, específicamente en la acera de la ciclovia segregada Parque de la Armenia; tomando en cuenta que, estas especificaciones técnicas que oferta el mercado se adaptan de mejor manera a los parámetros ya mencionados.



Peso aprox.: 14 kg/ml



Figura 87. Barandilla tipo par el proyecto

Fuente: (Metalesa Seguridad Vial, 2018)

6.1.4.4. Parqueaderos

Para los parqueaderos de bicicletas dentro del proyecto se tiene en la Figura 88 un estacionamiento tipo de tubo de acero inoxidable de 5 cm de espesor con sus respectivas dimensiones y en la Figura 89 se tiene una vista en planta y corte, donde se especifica la distancia que debe existir entre los mismos.

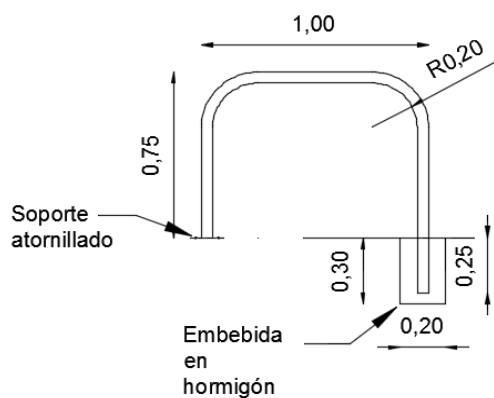
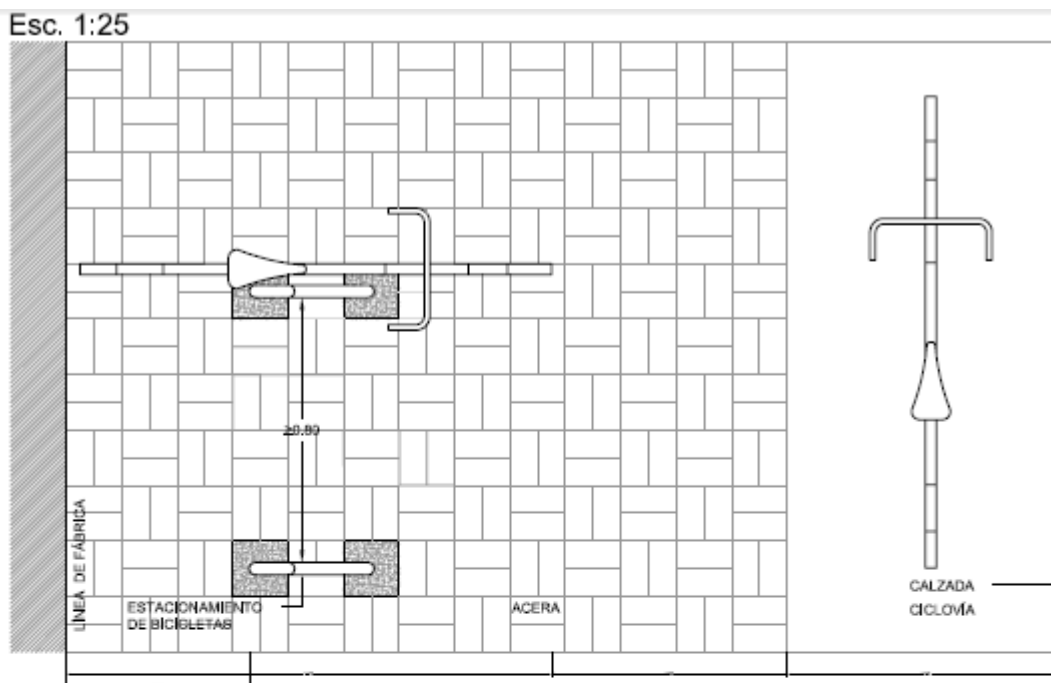


Figura 88. Dimensionamiento de estacionamiento tipo para bicicletas

Fuente: (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2009)



CORTE
Esc. 1:25

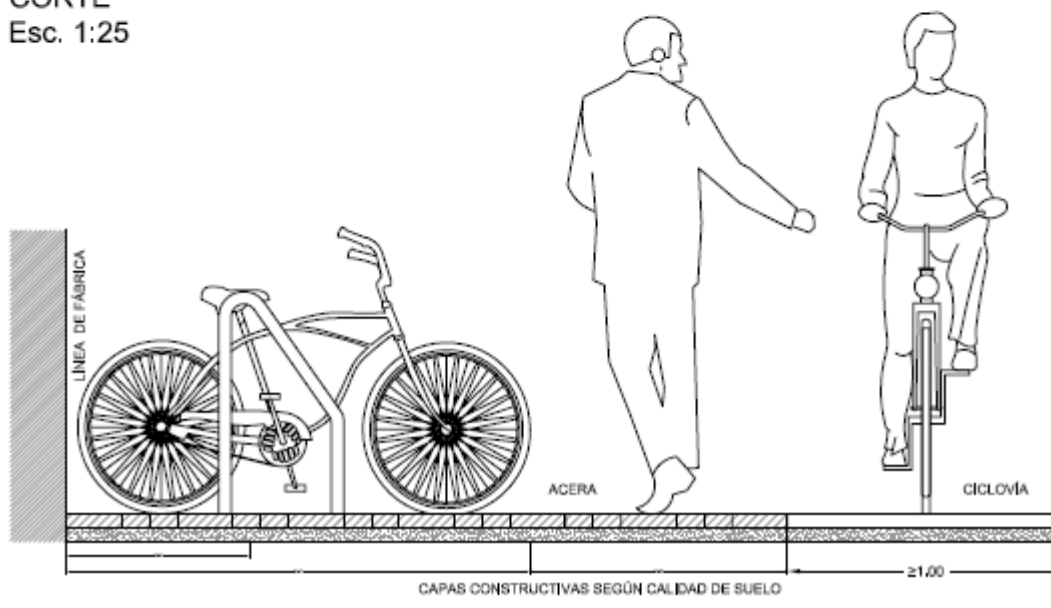


Figura 89. Recomendaciones de separación para estacionamientos de bicicletas
Fuente: (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2008)

6.1.5. Señalización

6.1.5.1. Señalética vertical

Según INEN (2013) consiste en dispositivos que se instalan a lo largo de la ciclovía a través de placas fijadas en postes o estructuras (Figura 90); que están diseñadas para regular, prevenir e informar tanto a los usuarios como a los conductores de vehículos motorizados el reglamento vial, que garantiza una circulación segura y especifica la existencia de ciclistas en la vía. Estas se clasifican en:

- Señales regulatorias (RC): regulan el tránsito y son de uso obligatorio en caso de incumplimiento existe una infracción de tránsito
- Señales preventivas (PC): advierten a los usuarios de situaciones inesperadas en las vías.
- Señales de información (IC): comunican a los usuarios distancias, destinos, trayectos y ubicaciones.

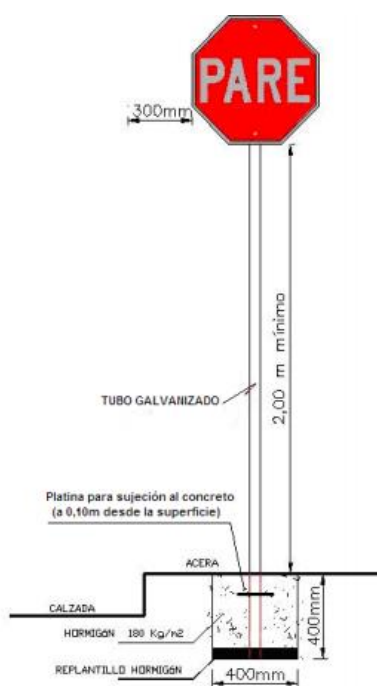


Figura 90. Instalación de señalética vertical

Fuente: (INEN, 2011)

En la Tabla 85 se describe las señales que conforma cada categoría de señalética vertical; donde se observa un código representado por una letra de identificación acompañado de una C que significa ciclovía, además tiene un número que indica la serie o grupo de señal – un número de la señal dentro del grupo y las letras D (derecha) o I (izquierda) cuando la señal tiene un significado direccional; también se distingue las dimensiones posibles para cada señal y su respectiva imagen (INEN, 2013).

La señalética para el presente proyecto se ubicará en función a la uniformidad de colocación para zonas rurales según INEN (2013); donde para la colocación lateral menciona que en ciclovías sin bordillos la señal debe estar a una distancia mínima de 600 mm del borde exterior del espaldón, cuneta, poste de guía o guardavía de protección y la altura libre de la señal debe ser mínimo 1,50 m tomado este valor desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal; sin embargo, en zonas pobladas o para señales informativas en intersecciones esta altura debe ser de 2 m. Se recomienda que la señal no se coloque en zonas con vegetación y deben ser visibles en todo momento para evitar accidentes. Y según la Figura 91 deben estar ubicadas con un ángulo de orientación de 5° con respecto al eje transversal de la vía.

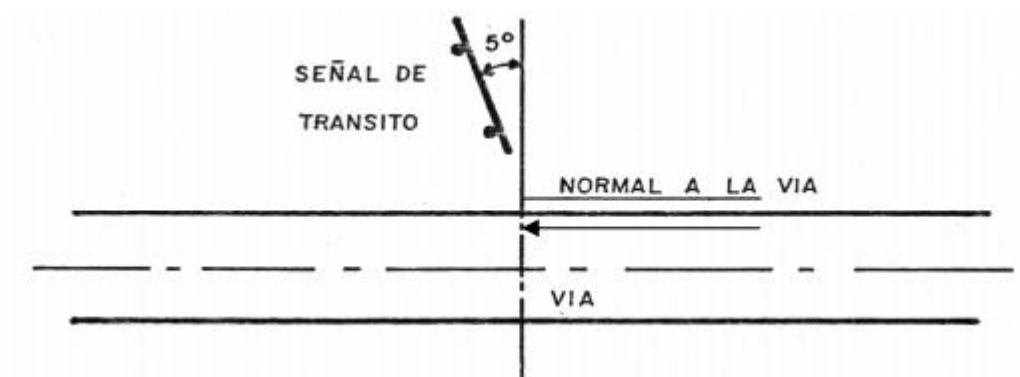












Figura 91. Orientación de la señalética vertical

Fuente: (INEN, 2011)

Tabla 85.
Señalética vertical para infraestructura ciclística

Señales regulatorias:				
RC: Señal del RTE INEN 004, parte 6				
R: Señal del RTE INEN 004, parte 1				
Tipo de ciclovía	Señal	Código	Imagen	Dimensiones (mm)
Serie de prioridad de paso (RC1)				
Universal	Pare	R1-1		<ul style="list-style-type: none"> • R1-1A: 600 x 600 • R1-1B: 750 x 750 • R1-1C: 900 x 900
	Ceda el paso	R1-2		<ul style="list-style-type: none"> • R1-2A: 750 • R1-2B: 900 • R1-2C: 1200
Compartida	Carril compartido.	RC1-1		<ul style="list-style-type: none"> • RC1-1A: 600 x 600 • RC1-1B: 750 x 750
	Carril compartido entre buses y bicicletas	RC1-2		<ul style="list-style-type: none"> • RC1-2A: 600 x 600 • RC1-2B: 750 x 750 • RC1-2C: 900 x 900






Continúa →





Compartida	Carril bici junto a carril exclusivo de transporte público/ Vía compartida entre buses y bicicletas	RC1-3I		<ul style="list-style-type: none"> • RC1-3A: 600 x 600 • RC1-3B: 900 x 900 • RC1-3C: 900 x 900
		RC1-3D		
Serie de movimiento y dirección (RC2)				
Universal	Empieza carril de giro derecha, ceda el paso al ciclista	RC2-4		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-3A: 600 x 600 • RC2-3B: 900 x 900 • RC2-3C: 1200 x 1200
	No entre	R2-7		<ul style="list-style-type: none"> • RC3-2A: 450 x 450 • RC3-2B: 600 x 600 • RC3-2C: 750 x 750
Compartida	Distancia para rebasar bicicletas	RC2-3		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-3A: 600 x 600 • RC2-3B: 750 x 750 • RC2-3C: 900 x 900
Compartida	Bicicletas pueden usar carril completo	RC2-5		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-5A: 450 x 600 • RC2-5B: 600 x 750

Continúa →




	Mantenga derecha bicicletas	R2-14d		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-1A: 450 x 450 • RC2-1B: 600 x 600
De espaldón	Ciclovia en espaldón	RC2-2		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-2A: 600 x 600 • RC2-2B: 750 x 750 • RC2-2C: 900 x 900
Segregada	Ciclovia para uso exclusivo de bicicletas	RC2-1		<ul style="list-style-type: none"> • RC2-1A: 750 x 600 • RC2-1B: 900 x 750 • RC2-1C: 1050 x 900
Serie restricción de circulación (RC3)				
Espaldón y segregada	No rebasar	RC3-1		<ul style="list-style-type: none"> • RC3-1A: 450 x 450 • RC3-1B: 600 x 600 • RC3-1C: 750 x 750
Universal	No bicicletas	R3-6		<ul style="list-style-type: none"> • R3-6A: 450 x 450 • R3-6B: 600 x 600 • R3-6C: 750 x 750

Continúa →

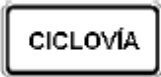



	No motocicletas y similares	R3-2		<ul style="list-style-type: none"> • R3-7A: 450 x 450 • R3-7B: 600 x 600 • R3-7C: 750 x 750
	No peatones	R3-10		<ul style="list-style-type: none"> • R3-10A: 600 x 600 • R3-10B: 750 x 750 • R3-10C: 900 x 900
Placas complementarias (RC4)				
Universal	Prioridad bicicleta	RC4-1		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-1A: 600 x 250 • RC4-1B: 750 x 312.5 • RC4-1C: 900 x 375
	Placa al rebasar	RC4-2		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-2A: 600 x 750 • RC4-2B: 750 x 312.5 • RC4-2C: 900 x 375
	Placa livianos/bicicleta	RC4-5		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-5A: 600 x 250

				<ul style="list-style-type: none"> • RC4-5B: 750 x 312,5 • RC4-5C: 900 x 375
Universal	Placa pesados/ bicicletas	RC4-6		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-6A: 600 x 250 • RC4-6B: 750 x 312,5 • RC4-6C: 900 x 475
	Placa bicicletas	RC4-7		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-7A: 600 x 250 • RC4-7B: 750 x 312,5 • RC4-7C: 900 x 375
	Placa inicia	RC4-9		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-9A: 600 x 250 • RC4-9B: 750 x 312,5 • RC4-9C: 900 x 375
	Placa termina	RC4-10		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-10A: 600 x 250 • RC4-10B: 750 x 312,5 • RC4-10C: 900 x 375








Continúa →

De espaldón	Placa ciclovía en espaldón	RC4-3		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-3A: 600 x 250 • RC4-3B: 750 X 312,5 • RC4-3C: 900 x 375
Compartida	Placa carril compartido	RC4-4		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-4A: 600 x 250 • RC4-4B: 750 x 312,5 • RC4-4C: 900 x 375
Compartida	Placa vía compartida	RC4-8		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-8A: 600 x 250 • RC4-8B: 750 x 312,5 • RC4-8C: 900 x 375

Continúa →

Segregada	Placa ciclovía	RC4-11		<ul style="list-style-type: none"> • RC4-11A: 600 x 250 • RC4-11B: 750 x 312,5 • RC4-11C: 900 x 375
<p>Señales Preventivas:</p> <p>PC: Señal del reglamento RTE INEN 004, parte 6</p> <p>P: Señal del reglamento RTE INEN, parte 1</p>				
Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía (PC1)				
Universal	Vía resbalosa	PC1-1		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-1A: 600 x 600 • PC1-1B: 750 x 750 • PC1-1C: 900 x 900
	Descenso pronunciado	PC1-2		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-2A: 600 x 600 • PC1-2B: 750 x 750 • PC1-2C: 900 x 900
Universal	Precaución apertura de puertas	PC1-3D		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-3B: 750 x 750







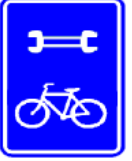


Continúa →

		PC1-3I		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-3C: 900 x 900
	Entrada y salida de vehículos	PC1-4D		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-4A: 600 x 600 • PC1-4B: 750 x 750
		PC1-4I		<ul style="list-style-type: none"> • PC1-4C: 900 x 900
	Ciclistas en la vía	PC6-4		<ul style="list-style-type: none"> • PC6-4A: 600 x 600 • PC6-4B: 750 x 750 • PC6-4C: 900 x 900
Universal	Cruce de bicicletas al virar	PC6-5I		<ul style="list-style-type: none"> • PC6-5A: 600 x 600 • PC6-5B: 750 x 750
		PC6-5D		<ul style="list-style-type: none"> • PC6-5C: 900 x 900
Compartida	Vía compartida	P6-16		<ul style="list-style-type: none"> • PC6-16A: 600 x 600 • PC6-16B: 750 x 750 • PC6-16C: 900 x 900

Continúa →

Placas complementarias señales preventivas (PC2)				
Universal	Ciclistas al girar	PC2-1		<ul style="list-style-type: none"> • PC2-1A: 600 x 450 • PC2-1B: 750 x 600
	Precaución ciclistas	PC2-2		<ul style="list-style-type: none"> • PC2-2A: 600 x 450 • PC2-2B: 750 x 600
	Cruce de ciclistas	PC2-4		<ul style="list-style-type: none"> • PC2-4A: 600 x 450 • PC2-4B: 750 x 600
De espaldón	Ciclistas en espaldón	PC2-3		<ul style="list-style-type: none"> • PC2-2A: 600 x 450 • PC2-3B: 750 x 600
Señales informativas:				
IC: Señal del reglamento RTE INEN 004, Parte 6				
I: Señal del reglamento RTE INEN 004, Parte 1				
Señal de información de guía (IC1)				
Universal	Señal de destino	IC1-1I		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-1: Variable x 150
		IC1-1C		
		IC1-1D		
	Señal de destino con información de kilometraje	IC1-2	 	<ul style="list-style-type: none"> • IC1-2: Variable x 150

Continúa →

	Señal de destino doble	IC1-3		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-3: Variable x 300
	Señal de destino doble con información de kilometraje	IC1-4		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-4: Variable x 300
	Señal de destino triple	IC1-5		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-5: Variable x 450
Universal	Señal de destino triple con información de kilometraje	IC1-6		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-6: Variable x 450
	Poste de kilometraje	IC1-7		<ul style="list-style-type: none"> • IC1-7: 200 x 600
Señales de información de servicios para ciclovías (IC2)				
Universal	Estacionamiento para bicicletas	IC2-1		<ul style="list-style-type: none"> • IC2-1: 450 x 600
	Área de auxilio mecánico para bicicletas	IC2-2		<ul style="list-style-type: none"> • IC2-2: 450 x 600
Señales complementarias (IC3)				
Universal	Señales de direccionamiento	IC3I-1		<ul style="list-style-type: none"> • IC3-1: 600 x 250
		IC3D-1		

6.1.5.2. Señalética horizontal

Corresponde a las marcas en el pavimento representadas por símbolos que enfatizan la presencia de tránsito ciclístico. Los pictogramas empleados principalmente y de forma constante en todo tipo de ciclovías son: la bicicleta y flechas de direccionalidad, las mismas que se detalla en la Figura 92 con sus respectivo dimensionamiento; sin embargo, estos valores pueden ser modificados de acuerdo al tipo de ciclovía como se detalla en la Tabla 86, donde además se sintetiza la distinta demarcación empleada en la infraestructura ciclística. Para todo tipo de marcas en el pavimento deberán cumplir con la norma NTE INEN 1042 (Pinturas para señalamiento de tráfico. Requisitos).

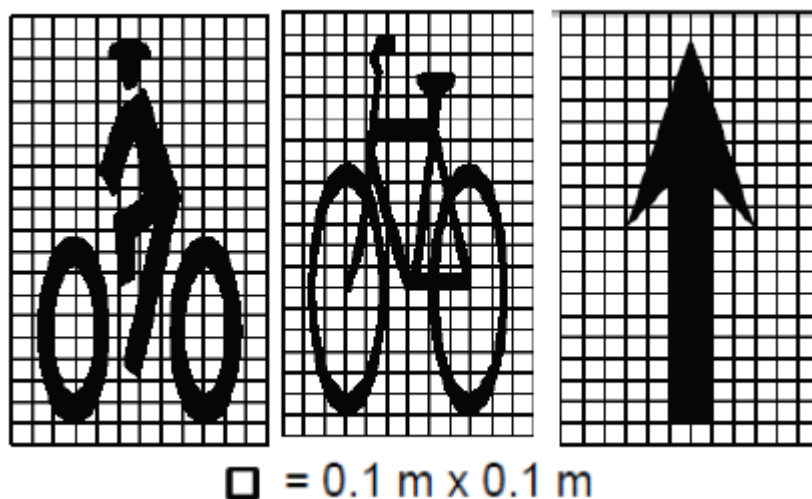

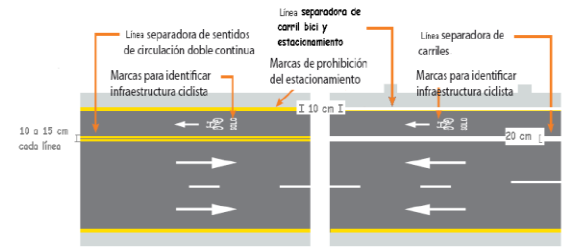


Figura 92. Dimensionamiento de pictogramas principales para ciclovías
Fuente: (INEN, 2013)

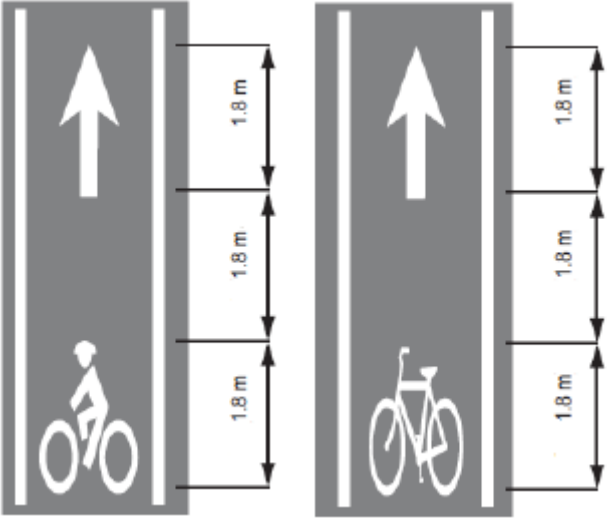

Tabla 86.
Señalética horizontal para infraestructura ciclística

Tipo de ciclo vía		Descripción		
Segregada	Bidireccional	General	<ul style="list-style-type: none"> Señalada con línea de división continua blanca en ambos costados de la ciclo vía. El ancho mínimo de las líneas debe ser de 100 mm y el recomendado de 150 mm. Los pictogramas de bicicleta, flechas de direccionalidad y la palabra “SOLO” deben ubicarse cada 100 m a lo largo de la ciclo vía. 	
		Zonas donde se permite rebasar	<ul style="list-style-type: none"> En el centro de la infraestructura para indicar el doble sentido se marca con una línea entrecortada amarilla de 1 m de longitud, con separación de 2 m. 	
		Zonas donde es prohibido rebasar	<ul style="list-style-type: none"> La línea amarilla central debe ser continua 	
Segregada	Bidireccional	En aproximación a intersecciones	<ul style="list-style-type: none"> Señalizar con línea continua en el centro del carril con una anticipación mínima de 10 m, la misma que se unirá con la línea blanca de 400 mm que representa el pare, ubicada al costado del flujo ciclístico y con 1,20 m de anticipación al inicio del cruce de las vías. 	

Segregada	Unidireccional	General	<ul style="list-style-type: none"> • Para delimitar el carril de ciclovia y prohibir el estacionamiento de tránsito motorizado y no motorizado junto al bordillo de la acera se traza una línea amarilla continua de 100 mm, caso contrario se utiliza una línea blanca continua. • Incorporar las marcas que identifican infraestructura ciclista acompañado de la palabra “SOLO” y flechas que indican el flujo ciclista cada 100 m a lo largo de la ciclovia. • Se puede colocar obstáculos desmontables como tachas, delineadores de carriles o prismas de concreto a lo largo de las líneas separadoras de carriles.
		<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el carril bicicleta tiene resguardo este debe ser de 500 mm acompañado de raya doble de 100 mm o 150 mm de ancho para delimitar el carril exclusivo. 	
Segregada	Unidireccional	El sentido de la ciclovia está en contra del flujo vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Para separar la ciclovia del tráfico motorizado se delimitará con dos líneas amarillas con un ancho de 100 o 150 mm
		El sentido de la ciclovia es igual que el flujo vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Para separar la ciclovia del tráfico motorizado se delimita con una línea blanca continua de 200 mm de ancho



<p>Compartida</p>	<p>Carril menor a 3m</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar en el centro del carril el pictograma de bicicletas seguido longitudinalmente de 2 chevrones. • Se debe colocar cada 250 m en zonas rurales; así como al inicio y final de cada intersección • Se puede colocar leyendas como (INICIA, TERMINA, PRIORIDAD, entre otras) de ser necesario para indicar al tráfico motorizado la presencia de ciclistas. 	
<p>Compartida</p>	<p>Carril mayor a 3 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debe estar ubicada por lo menos a 1,20 m del bordillo de la vía • Debe ubicarse cada 50 m tanto en zonas rurales como urbanas. • El pictograma de bicicleta y chevrones puede ir acompañada de líneas de pavimento laterales. 	

<p>De espaldón</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El espaldón debe ir acompañado de bandas sonoras laterales para proporcionar mayor seguridad al ciclista, para esto se debe tener un espacio de 0,3 m desde la banda estruendosa hasta la delimitación de la cicloavía. • Marcas de pavimento para identificar infraestructura ciclística (bicicleta y flechas de direccionalidad) pueden estar acompañadas de la palabra “SOLO o CICLOVÍA”. En zonas rurales sin ningún tipo de población se deben colocar máximo cada 500 m y en zonas rurales pobladas cada 250 m • La línea de separación del tránsito motorizado debe ser la misma que la vía principal 	 
--------------------	--	---


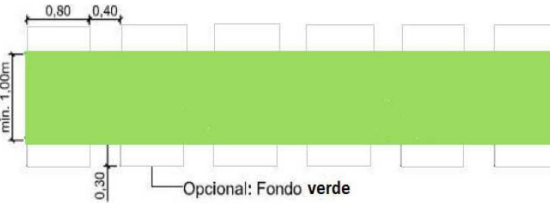
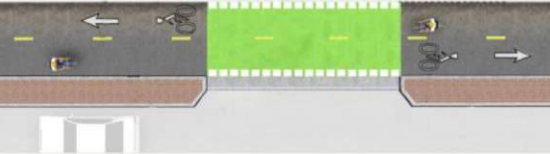
Fuente: (INEN, 2013)

6.1.5.3. Intersecciones



Según INEN (2013) el mayor riesgo de accidentes ciclísticos ocurren en las intersecciones, por esta razón se debe tomar precauciones durante su diseño. Estas deben ser marcadas con pintura termoplástica y cumplir con el reglamento de la norma INEN 1042; además, se debe tomar en cuenta que si el estudio de tráfico lo determina se puede pintar el fondo de las intersecciones de color verde para brindar mayor visibilidad y seguridad tanto al ciclista como al conductor del transporte motorizado, siendo esto opcional, es así que contemplando estos lineamientos en la Tabla 87 se resume la señalética utilizada primordialmente en intersecciones para infraestructura ciclística.

En las Figura 93, Figura 94, Figura 95, Figura 96, Figura 97, Figura 98, Figura 99, Figura 100, y Figura 101 se muestra la señalética tipo para las intersecciones utilizadas de manera general dentro del proyecto y en la Tabla 92 se indica la cantidad de señaléticas correspondiente a cada ciclo vía.

Tabla 87.
Señalización para intersecciones en infraestructura ciclistica

Señalización	Descripción	Imagen
Cruce de ciclistas en intersección para ciclovía bidireccional	<ul style="list-style-type: none"> • Dos líneas transversales discontinuas y paralelas sobre el lugar por donde los ciclistas deben cruzar. • Los cuadrados que conforman la línea discontinua son de 500 mm por lado y con una separación entre sí de 500 mm 	
Cruce de ciclistas en intersección para ciclovía unidireccional	<ul style="list-style-type: none"> • Dos líneas transversales paralelas discontinuas sobre el lugar por donde los ciclistas deben cruzar. • Los cuadrados que conforman las líneas discontinuas son de 300 x 800 mm y con una separación entre sí de 400 mm. • El ancho mínimo de la banda de circulación debe ser de 1,00 m 	
Cruce de ciclovía por entrada vehicular	<ul style="list-style-type: none"> • Según el tipo de ciclovía se señala en función a los parámetros ya establecidos anteriormente para intersecciones en ciclovías uni y bidireccionales 	

Continúa →

<p>Carril bicicleta en intersección con giro derecha para vehículos</p>	<ul style="list-style-type: none">• Línea entrecortada longitudinal para permitir el cruce de vehículos motorizados	 <p>Diagrama que muestra un carril de bicicleta con una línea entrecortada longitudinal para permitir el cruce de vehículos motorizados. El carril de bicicleta tiene una línea blanca entrecortada longitudinalmente. A la derecha del carril de bicicleta, se muestra un carril de giro a la derecha con una línea blanca y una flecha curva hacia la derecha. El texto "inicio del carril de giro a la derecha" indica el punto donde comienza este carril.</p>  <p>Vista aérea de una intersección que muestra un carril de bicicleta verde que se extiende a través de ella. Hay vehículos motorizados (coches y camión) y ciclistas en la escena.</p>
---	---	--

Fuente: (INEN, 2013)

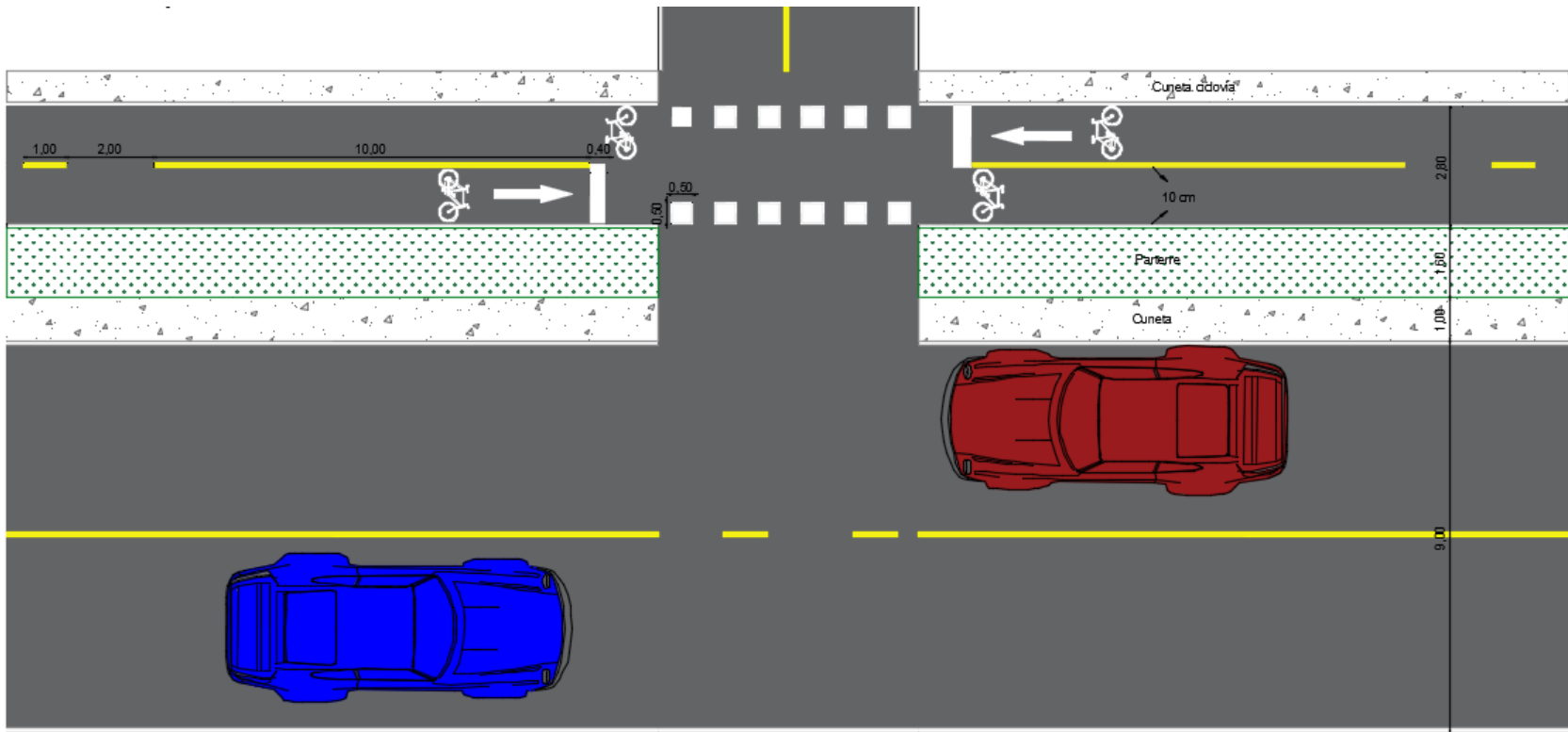


Figura 93. Intersección interna tipo para ciclovía segregada (II)

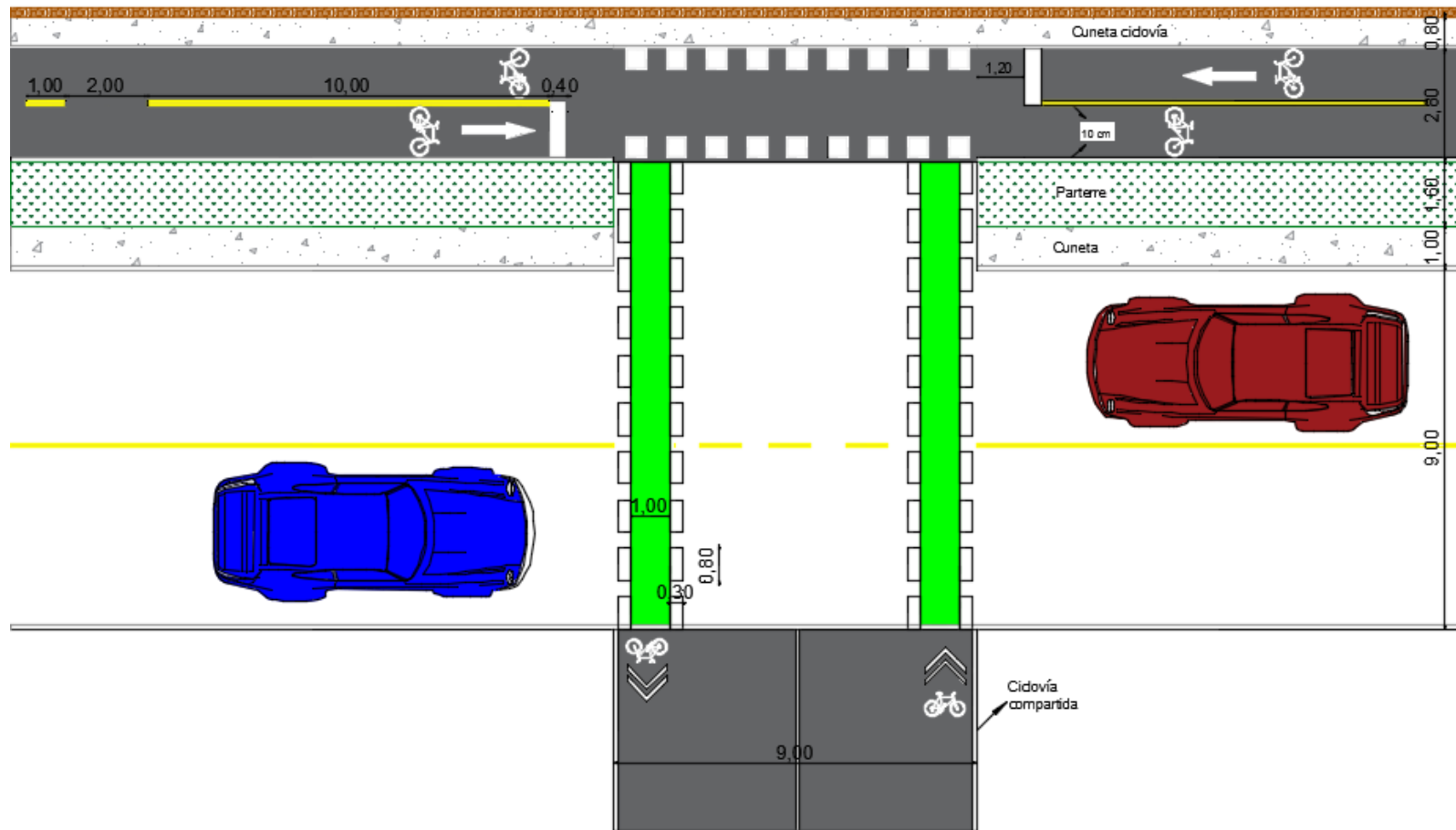


Figura 94. Intersección ciclovía segregada Intervalles con ciclovía compartida (I2)

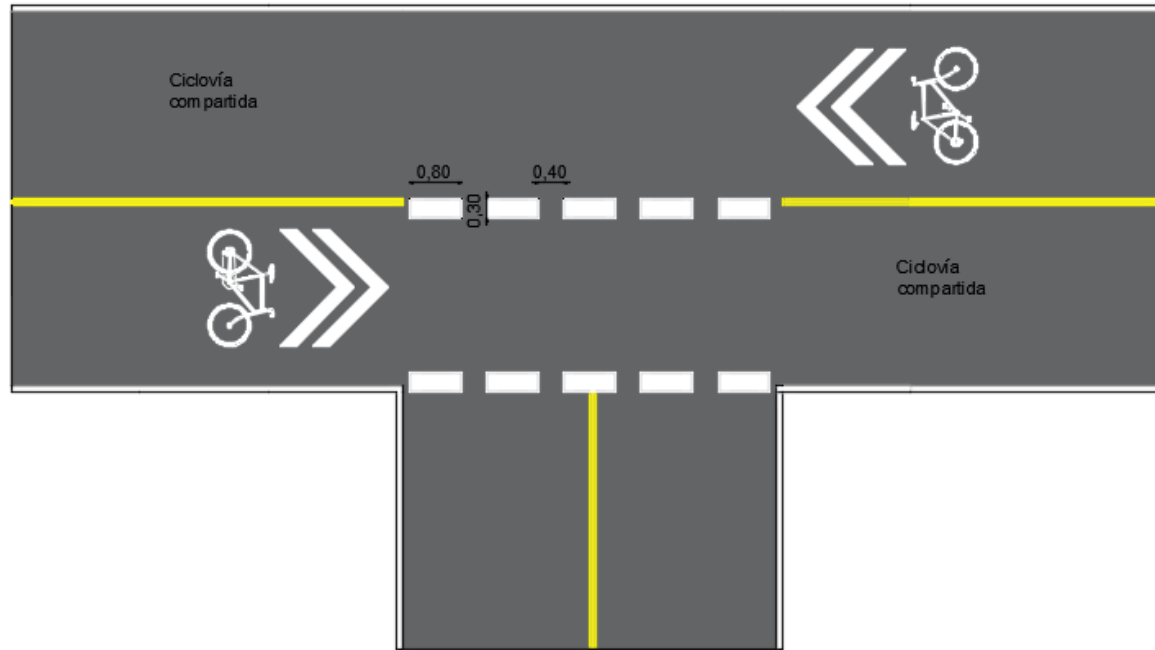


Figura 95. Intersección interna tipo para el proyecto en ciclovia compartida (I3)

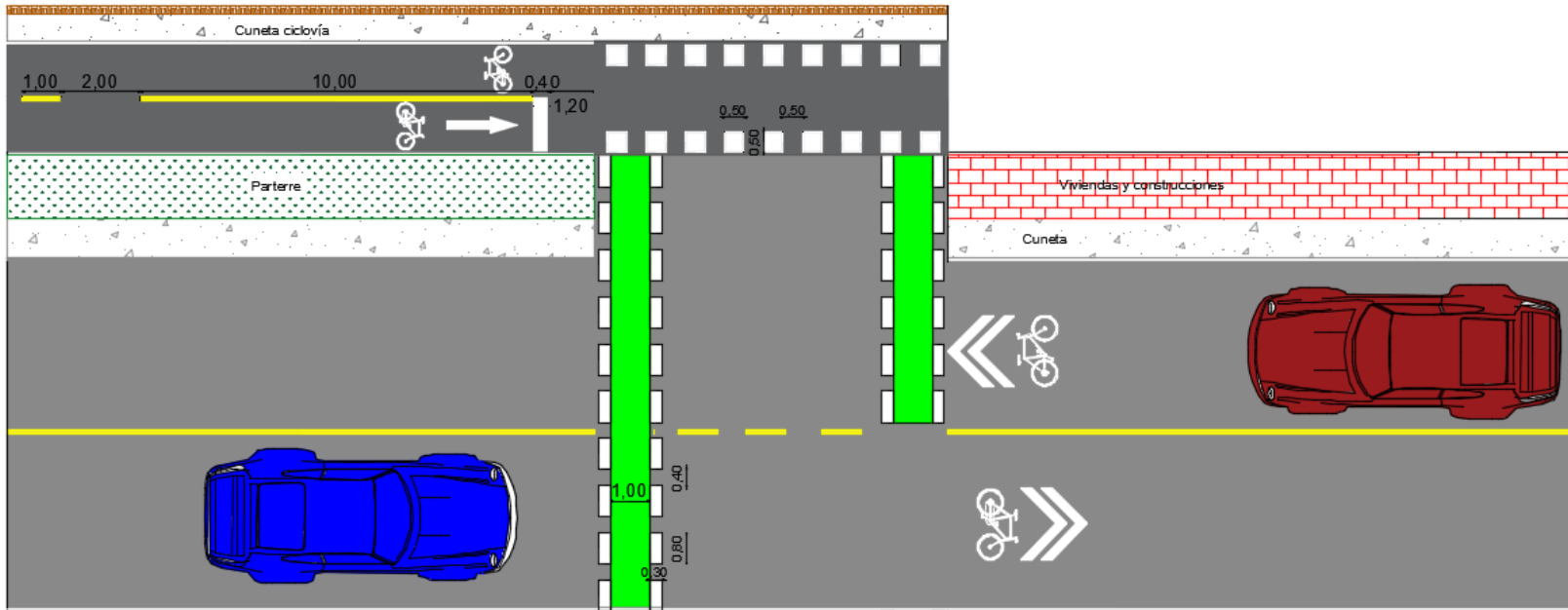


Figura 96. Intersección tipo para enlazar ciclovía segregada con ciclovía compartida (I4)

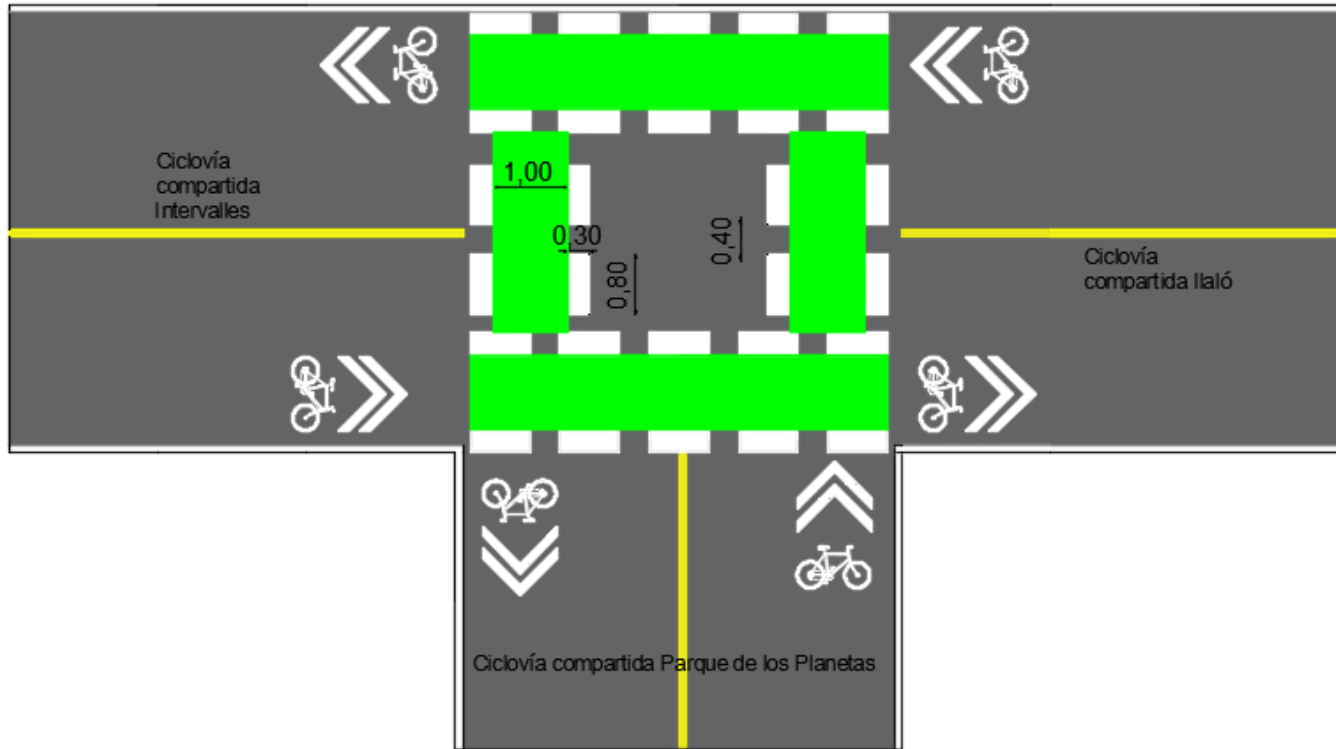


Figura 97. Intersección tipo de enlace ciclovía compartida Intervalles con ciclovía compartida (I5)

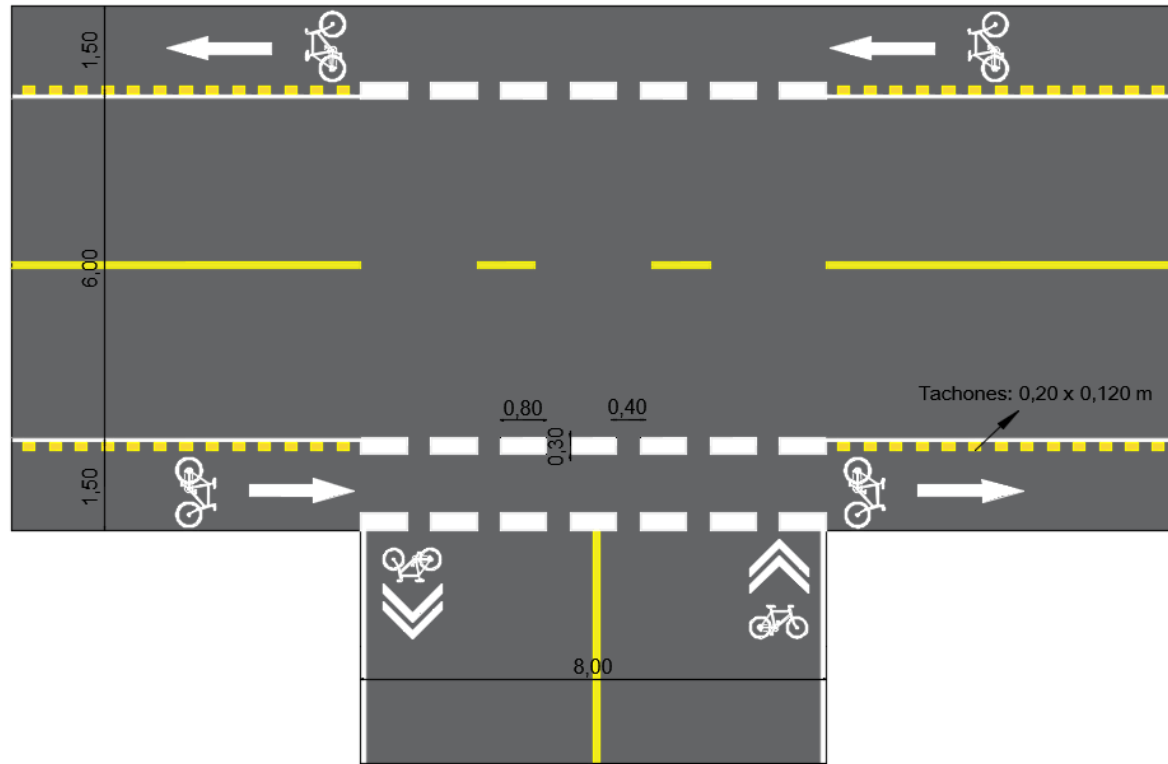


Figura 98. Intersección tipo que enlaza la ciclovía de espaldón con ciclovía compartida (I6)

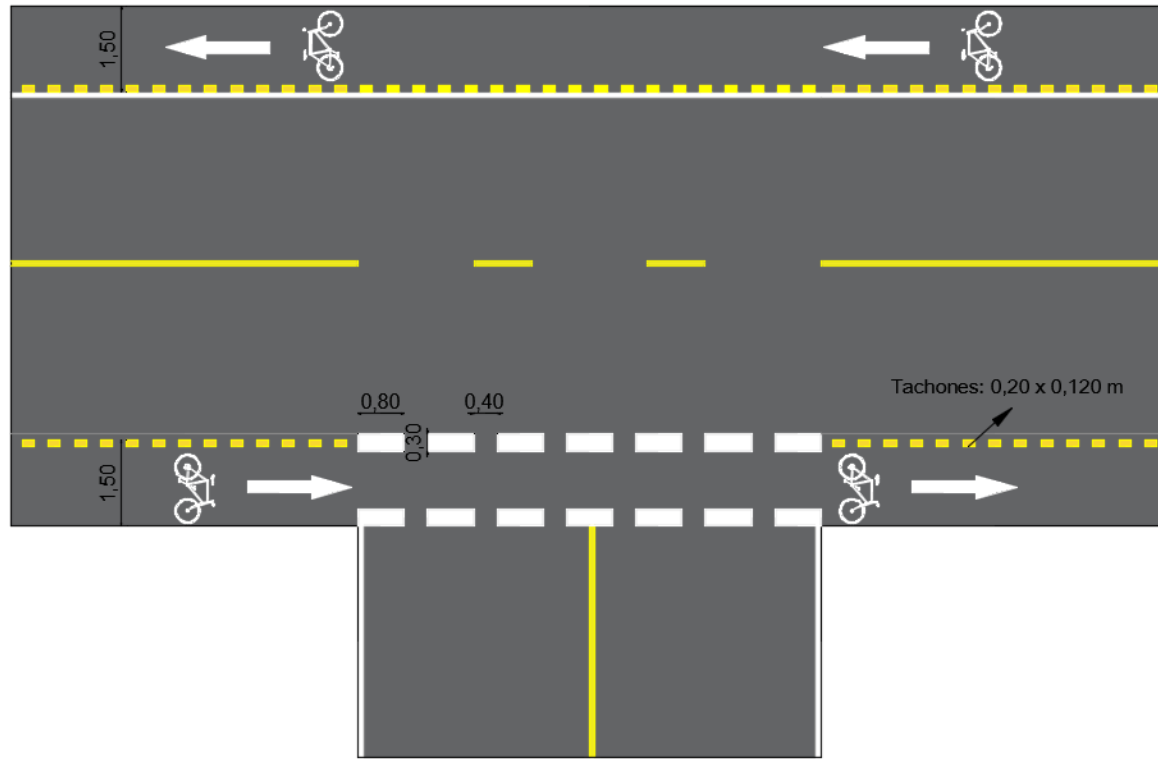


Figura 99. Intersección interna tipo para ciclovías de espaldón dentro del proyecto (I7)

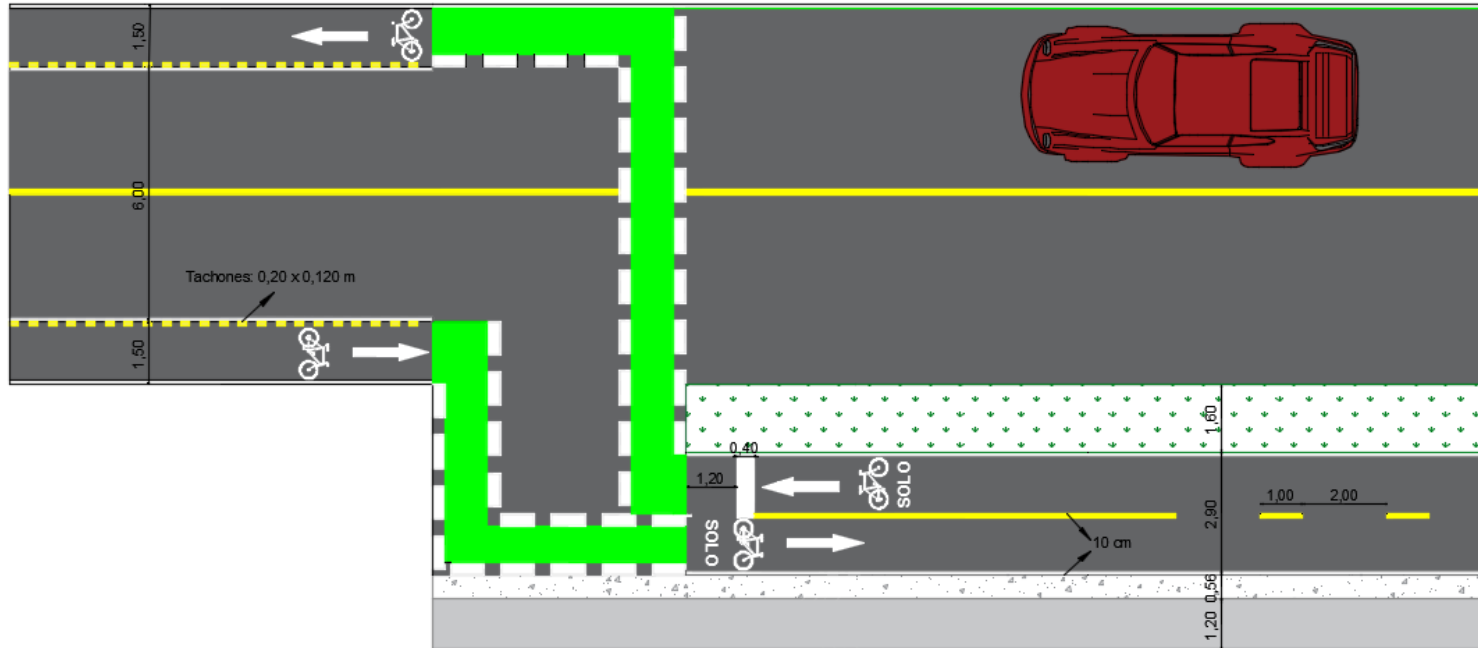


Figura 100. Intersección tipo para enlazar ciclovia de espaldón con ciclovia segregada (I8)

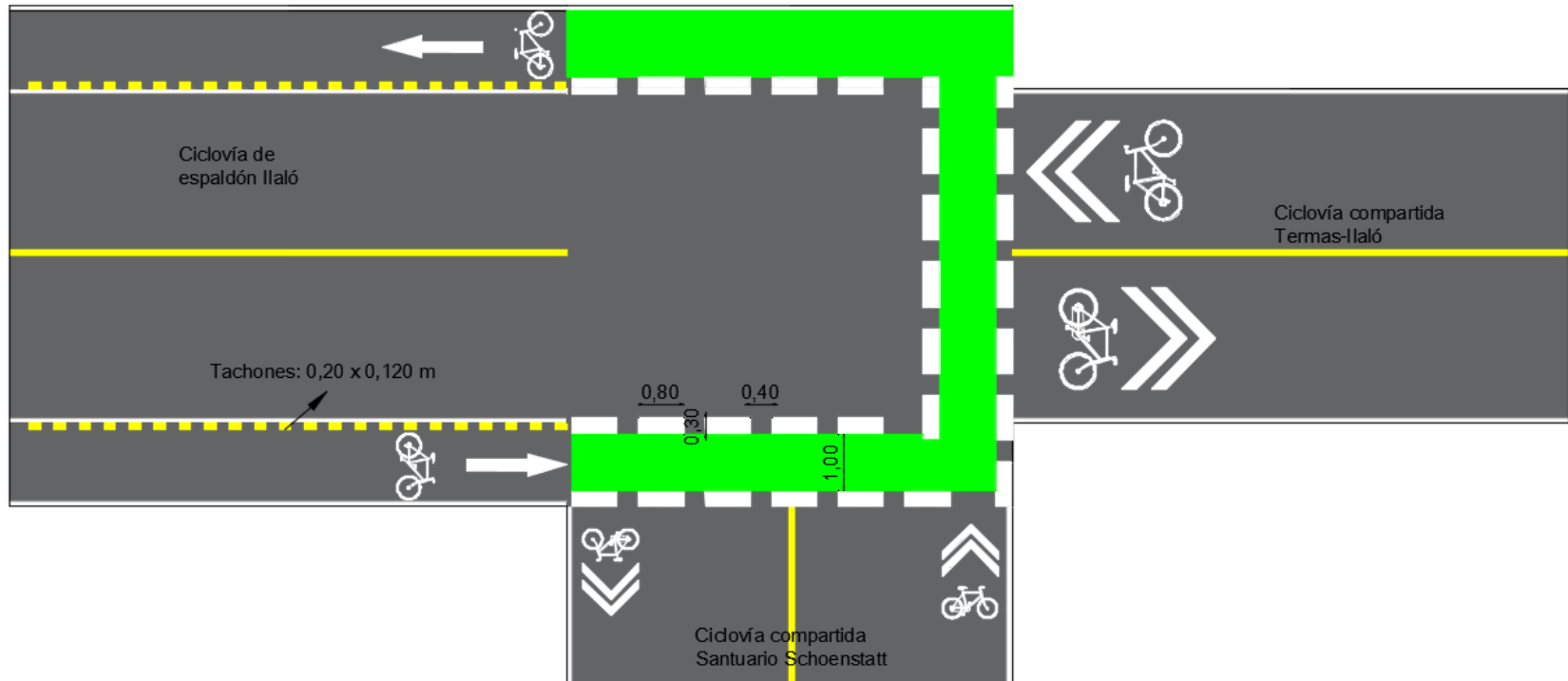
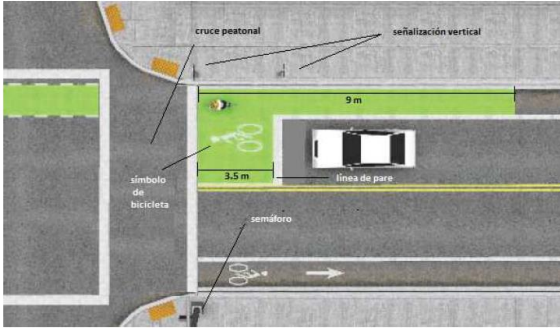
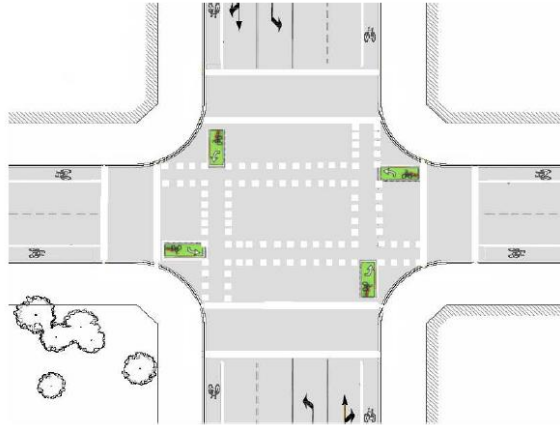


Figura 101. Intersección tipo que enlaza ciclovía de espaldón y ciclovías compartidas (I9)

6.1.5.4. Cajas de seguridad

Si el estudio de tráfico lo dictamina para brindar mayor seguridad al ciclista se puede colocar cajas de seguridad en intersecciones semaforizadas, estas deben tener en su interior el símbolo de una bicicleta y en casos específicos como se detalla en la Tabla 88 pueden ir flechas de direccionalidad; además, de manera opcional el fondo puede ser verde.

Tabla 88.
Caja de seguridad para infraestructura ciclística





Señalización	Descripción	Imagen
Caja de seguridad para continuar viaje en la misma dirección	<ul style="list-style-type: none"> • Se traza entre la línea de pare y la línea de cruce peatonal. • La medida mínima es de 3,5 m de alto y un ancho que represente a los dos primeros carriles de circulación incluyendo el del ciclista. • En el centro de la caja de seguridad se debe colocar un pictograma de bicicleta de 3,15 x 1,80 m en color blanco. • En caso de pintar el fondo verde es recomendable hacerlo 9 m antes en el carril del ciclista para prevenir la intersección. 	
Caja de seguridad para giro izquierda entre carril bicicleta y cruce peatonal	<ul style="list-style-type: none"> • La caja de seguridad es mínima de 1,20 m de ancho o del ancho del carril de la bicicleta por el ancho que resulta entre el carril bicicleta que se encuentra en sentido sur-norte y la línea de cruce peatonal más próxima. • Se debe colocar el símbolo de bicicleta en el interior de la caja y flechas de direccionamiento. 	

Fuente: (INEN, 2013)

6.1.5.5. Dispositivos complementarios

Según lo mencionado en los parámetros técnicos de diseño y lineamientos para señalización, en ciertos casos se requiere de elementos físicos que delimiten a la ciclovía, por este motivo en la Tabla 89 se describe los principales separadores viales existentes para infraestructura ciclista.

Tabla 89.
Separadores viales para infraestructura

Tipo	Especificaciones	Imagen
Tachones	<ul style="list-style-type: none"> • Alto: 400 mm • Ancho: 200 mm • Largo: 120 mm • Colocación: cada 250 mm 	
Encarrilador	<ul style="list-style-type: none"> • Alto: 85 mm • Ancho: 150 mm • Largo: 400 mm • Colocación cada 300 mm 	
Delineador de carril exclusivo	<ul style="list-style-type: none"> • Alto: 100 mm • Ancho: 150 mm • Largo: 300 mm • Colocación cada 300 mm 	
Delineador abatible	<ul style="list-style-type: none"> • Altura mínima: 750 mm • Diámetro: 750 – 100 mm • Ancho de la base: 100-200 mm • Colocación en intersecciones • Resiste 350 impactos a 45 km/h 	

Fuente: (INEN, 2013)

6.1.5.6. Semaforización

Según Muñoz Rodríguez (2017) los semáforos utilizados para la detención del tráfico vehicular motorizado se deben colocar cerca de la línea de detención, con el fin de garantizar un campo visual de todos los vehículos; además deben estar programados de tal forma que garanticen el cruce completo del tránsito deseado. Para el proyecto se requiere priorizar el cruce de ciclistas en las intersecciones conflictivas, de este modo, para definir el ciclo que conforme a Heras León (2014) consiste en el tiempo que se demora en repetir una acción mediante una unidad óptica concreta y el intervalo que se define como el tiempo que se mantiene encendida dicha luz; se debe considerar el tiempo que se demora un ciclista en cruzar una determinada distancia (Tabla 90).

Tabla 90.
Visibilidad que requiere el ciclista en intersecciones

Distancia a cruzar (m)	Tiempo para cruzar (s)	Visibilidad que se requiere (m) según la velocidad del tráfico motorizado (km/h)			
		30	50	70	80
4,00	4,2	45	100	180	205
5,00	4,5	45	105	185	210
6,00	4,9	50	110	190	220
7,00	5,1	50	115	200	225
8,00	5,5	55	120	205	235

Fuente: (CROW, 2011)

Se debe considera además que según la (INEN, 2012) deben cumplirse uno o más de los siguientes requisitos para la colocación y operación de un semáforo.

- Volúmenes de tránsito
- Acceso a vías principales
- Volúmenes peatonales
- Cruces peatonales escolares
- Conservación de progresión
- Frecuencia de accidentes
- Sistemas
- Combinación de requisitos

En el presente proyecto se requiere de semaforización en la ciclovía de la Avenida Intervalles, con el fin de enlazar los tramos de ciclovías segregadas con los tramos de ciclovías compartidas; así como, en la intersección que permite empatar a la ciclovía segregada Intervalles con el tramo de cicloruta compartida Parque de la Armenia. Por este motivo en base a la información recolectada en el Capítulo 2 de la presente investigación sobre el conteo vehicular realizado en la avenida Intervalles, se analiza el requisito de volúmenes de tránsito.

En la Tabla 91 se muestra el mínimo de volumen de tránsito vehicular para solicitar la colocación de un semáforo, tomando en cuenta que según INEN (2012) se debe realizar un conteo entre 4 a 8 horas en un día laborable. Se tiene entonces, que a partir del conteo vehicular de 12 horas que se realizó tomando como punto de aforo la intersección entre la Avenida Intervalles (vía mayor) y Parque de la Armenia (vía menor), el mayor volumen producido en ambas direcciones de la vía de acceso mayor, proyectado a 15 años con una tasa de crecimiento del 3.96%, es de 2644 veh/h, el día miércoles de 7:00 a 8:00 am. Para la vía de acceso menor el mayor volumen en uno solo sentido es igual a 255 veh/h generado el día martes de 7:00 a 8:00 am. Se puede observar entonces que se cumple con el lineamiento requerido de tránsito. Además, al implementar el proyecto se considera necesaria la semaforización para evitar la frecuencia de futuros accidentes ciclistas en las intersecciones o transiciones conflictivas.

Tabla 91.
Flujo vehicular mínimo para la colocación de semáforos

No. De carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía mayor volumen (total en ambas direcciones)	Vehículos por hora acceso de mayor volumen de la vía menor (una sola dirección)
Vía mayor	Vía menor		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: (INEN, 2012)

Se decide utilizar dentro del proyecto semáforos vehiculares circulares primarios de tres módulos con una o dos caras según corresponda. La INEN (2012) recomienda que estén ubicados a la derecha de la calzada, y en la Figura 102 se indica el anclaje que debe tener el poste.

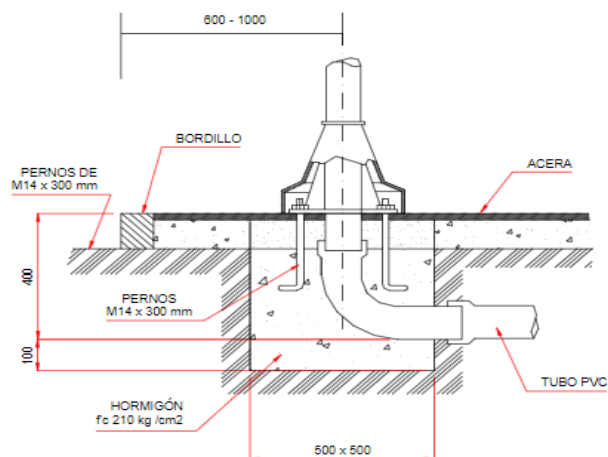


Figura 102. Anclaje del poste de semáforo
Fuente: (INEN, 2012)

Según INEN (2012) los semáforos de poste se caracterizan debido a que el poste debe ser de acero galvanizado con un espesor mínimo de 3.6 mm, altura de 4.0 m y un diámetro de 114 mm (Figura 103).

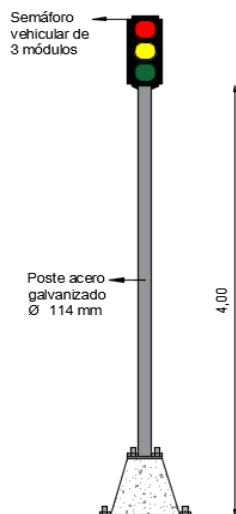


Figura 103. Semáforo tipo poste acoplado al proyecto

Conforme a la INEN (2012) los semáforos de báculo o ménsula de tres secciones van colocados a una altura mínima de 5,50 m con respecto a la calzada y está definido por: un poste de acero galvanizado con altura igual a 4,0 m, espesor 6 mm y con perforaciones para la instalación adosada de cabezales vehiculares, peatonales, etc; un codo conformado por tubo barolado de 114 mm de diámetro y con radio mínimo de curvatura de 1,00 m y la ménsula que es donde se colocan los semáforos, tiene una longitud que varía entre los 2,00 y 5,50 m y va acoplada al codo en su extremo inferior; además, debe formar un ángulo mínimo de 10° con respecto a la horizontal (Figura 104).

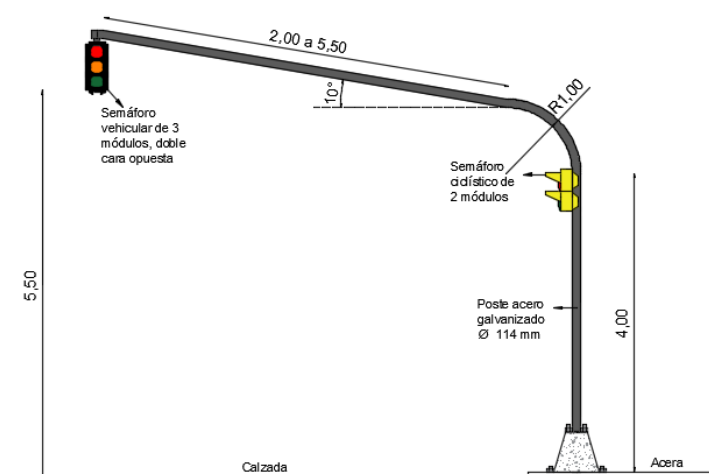


Figura 104. Poste tipo báculo o ménsula acoplado para el proyecto

Se tiene además que conforme a la INEN (2013) se debe colocar semáforos para ciclistas en cada intersección semaforizada para transporte motorizado y por donde además atraviese infraestructura ciclística. Los semáforos deben tener una altura de 3,50 m y estar automáticamente sincronizados con los semáforos de transporte motorizado, colocando de 3 a 5 segundos de preferencia para el arranque (Figura 105).



Figura 105. Semáforo para infraestructura ciclística

Fuente: (INEN, 2013)

Tabla 92.
Señalética de ciclovía para el proyecto.

Señalética	Comuna Sorialoma (Sendero Ilaló)		Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)				Av. Ilaló (Tingo - Piscinas Ilaló)			Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia - Puente sobre el río San Pedro)			Santuario Schoenstatt - Termas de la Merced (Calle Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas)		Av. Ilaló (Parque de Los Planetas - Tingo)	
	Segregada 1	Compartida 1	Segregada 2	Compartida 2	Compartida 1	Espaldón	Compartida 2	Espaldón	Segregada	Compartida	Espaldón	Compartida	Espaldón	Compartida		
Horizontal																
Chevrone 4,15x2,0m	24							32								
Chevrone 1,0x1,0m			26		50	28				4		174		10		
Pictograma de bicicleta	24	22	26	44	50	28	86	32		16	4	174	56	10		
Inicio	2							4	50		2	2		2		
Fin	2							4			2	2		2		
"SOLO"		22		44			2		2	16						

Continúa →

Flecha de direccionalidad		22		44			86		50	16			56	
Línea blanca ancho=10cm, (ml)		2016		3380						1240				
Línea amarilla ancho=10 cm, (ml)		336		563,33						227				
tachones (u)							26267		7150				5044	
Intersecciones														
Cruce de ciclistas para ciclovía unidireccional	3		2		3	3	24	2	12			19	12	1
Cruce de ciclistas para ciclovía bidireccional con franja verde	1		2	1	1									
Cruce de ciclistas para ciclovía bidireccional		2		3	1									
Línea blanca ancho=80cm, (ml)	24		16		17,3	20	196	8	20,8	12		166	106,7	20,83
Línea blanca ancho=40 cm, (ml)		8,4		11,2						2,9				
Línea blanca ancho=50cm, (ml)	6	10	18	36	37,5									
Línea amarilla ancho=10 cm, (ml)		60		80										
Línea verde ancho= 1 m, (ml)	6		18	18	9		132		9	9		18	14	10
Cajas de seguridad 1,2m x longitud variable					3									2
Cajas de seguridad 4,5m x 3,5m							24							

Continúa →

Vertical														
Señales regulatorias														
Serie de prioridad de paso (RC1)														
R1-1	3	2		3	2	2	24	2	11			17	11	
R1-2				2	1			1	1	4			2	
RC1-1	4							4						
RC1-3D			4		4	4					4	4		4
Serie de movimiento y dirección (RC2)														
RC2-1		4		5						4				
RC2-2							6		4				4	
RC2-4		3	2	4	2	2			11					
RC2-3			2		2	2						2		
RC2-5	2							2						
R2-14D			2		2	2					2	2		2
Serie restricción de circulación (RC3)														
R3-2		2		3						2				
Placas Complementarias (RC4)														
RC4-9	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
RC4-10	2	2	2	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
RC4-3							2							
RC4-4	2		2		2	2		2			2	2		2
RC4-7				2				1		4				
Señales preventivas														
Serie de obstáculos y situaciones especiales (PC1)														

Continúa →

6.1.6. Iluminación

Según Chapa Carreón (2004) el alumbrado público se determina en función de la distribución de luz, la superficie que se quiere iluminar y el efecto que se desee proporcionar, debido a esto se recomienda el uso de un alumbrado de vapor de sodio de alta presión controlado automáticamente con encendido a base de célula fotoeléctrica; así como, la colocación de postes tipo látigo con brazo.

Dentro del proyecto se requiere de iluminación en los tramos de ciclovía segregada, entonces con el fin de alumbrar la cicloruta se utiliza dos alternativas de iluminación:

- La primera opción se basa en reutilizar los postes de iluminación existentes en la zona. Para lograr esto se utiliza el mismo método de adosamiento de la luminaria al poste, que consiste en agregar un brazo de extensión con orientación a la ciclovía mediante una abrazadera (Figura 106).

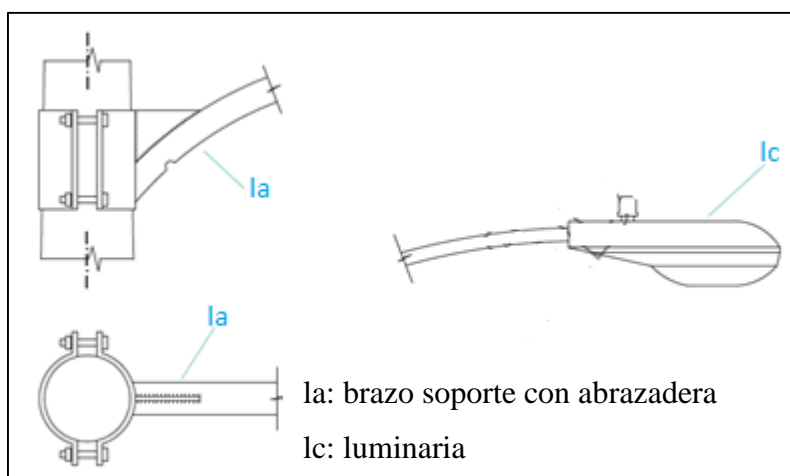


Figura 106. Poste tipo de alumbrado público existente en la zona del proyecto

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito S.A, 2014)

Según Empresa Eléctrica Quito S.A (2014) el brazo se soporte tiene una longitud de 1,50 m y el diámetro de la abrazadera depende del poste; por lo general puede ser de: 200, 220, 240 y 260 mm. En la Figura 107 se indica el dimensionamiento de una abrazadera tipo utilizada para el proyecto, donde las dimensiones establecidas están en mm.

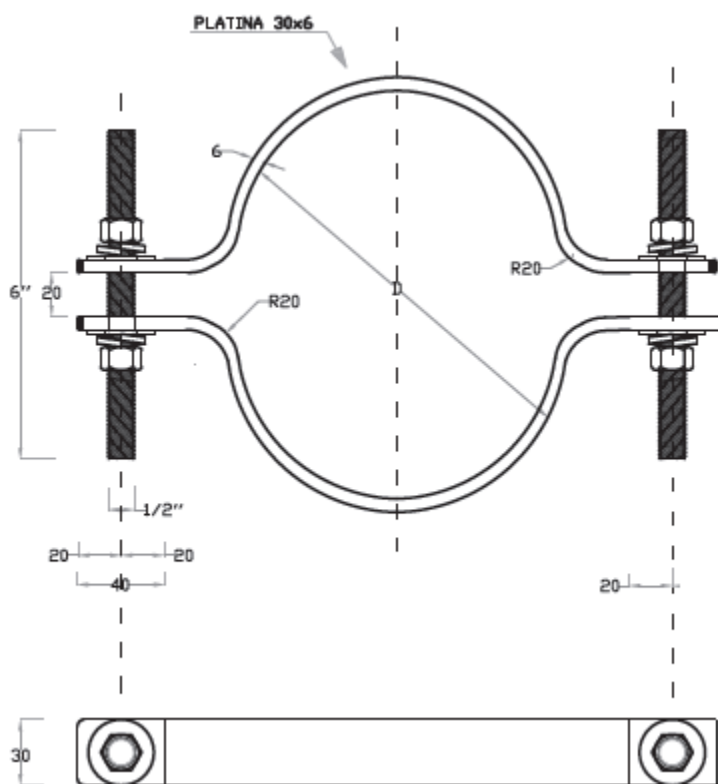


Figura 107. Abrazadera tipo adaptada al proyecto

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito S.A, 2014)

- La segunda alternativa se emplea en las áreas que carecen de iluminación, colocando como alumbrado postes de hormigón cada 40 m y al igual que en la primera opción se utiliza brazos de extensión para sujetar la luminaria. En la Figura 108, se indica el dimensionamiento para un poste tipo de alumbrada pública adoptado para el presente proyecto, donde según las recomendaciones de la Empresa Eléctrica Quito S.A (2014) la variable X es igual a 0,35m debido a que la acera donde se van a colocar los postes para el proyecto tiene una dimensión igual a 1,50 m; además, se tiene una altura (H) para el poste igual a 9,0 m; un empotramiento (E) de 1,40 m y una altura de fijación del brazo de la luminaria (D) igual a 7,45 m. La longitud del brazo (L) es igual a 1,50 m con una luminaria de 7500 lúmenes y una fijación de la misma (C) que varía entre los 640 a 700 cm; su conductor de cobre (2) es aislado tipo TW, 600 V, suave N° 12 AWG y se tiene una luminaria (1) con lámpara de vapor de sodio de alta presión completa con brazo para montaje en poste.

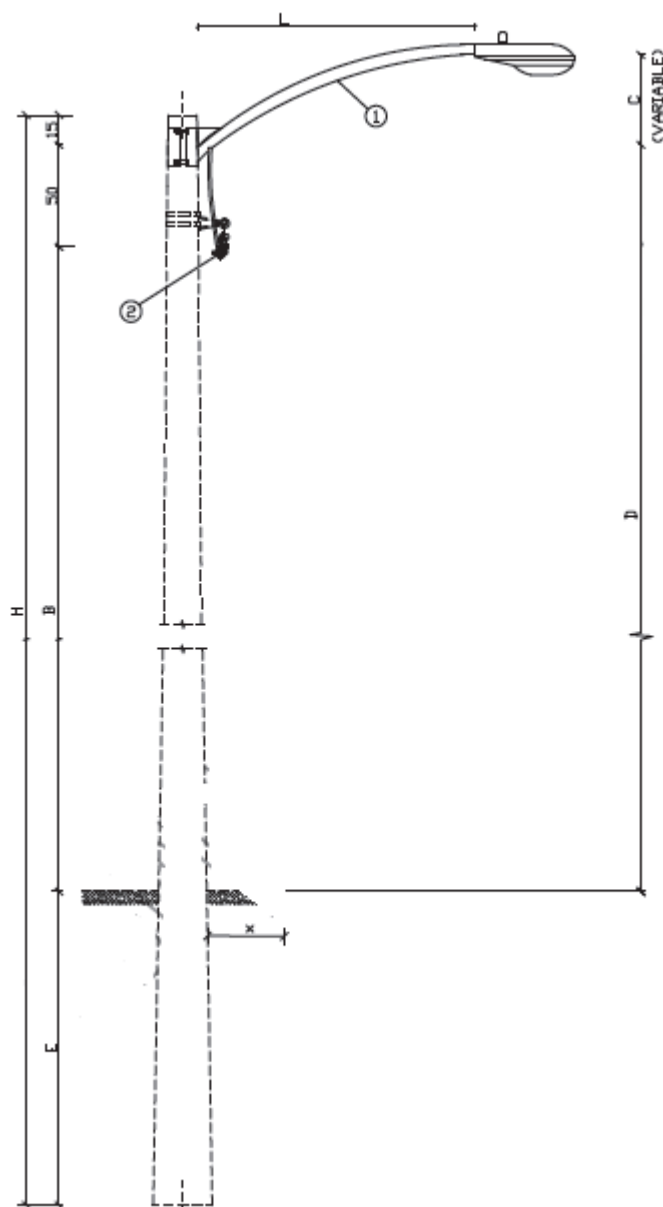


Figura 108. Poste de iluminación tipo adoptado para el proyecto.

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito S.A, 2014)

Para el empotramiento del poste se tiene en la Figura 109, el tipo y dimensionamiento del mismo, se recomienda que los postes instalados en contra de la tracción del conductor tengan una inclinación de 2,5 a 5,0 cm por cada 3 m de longitud de poste. Además, se debe tomar en cuenta que las dimensiones del esquema están en cm.

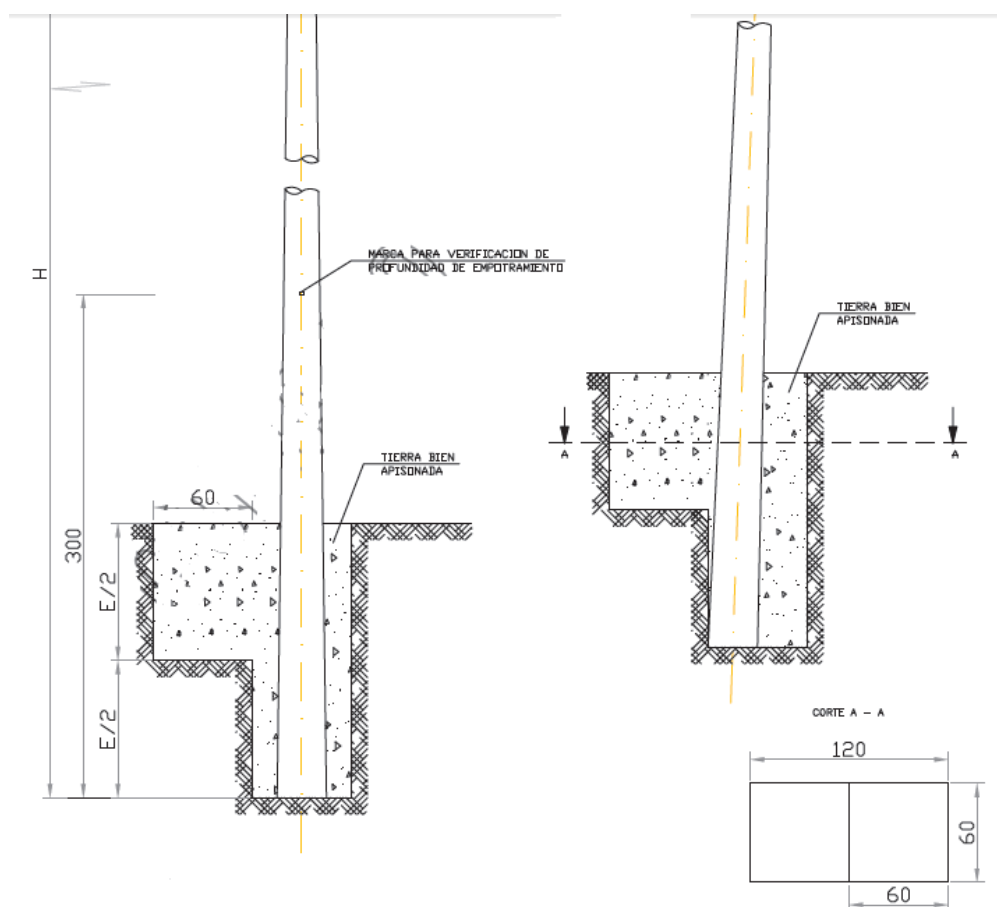


Figura 109. Empotramiento tipo para poste de alumbrado público

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito S.A, 2014)

6.1.7. Determinación de prefactibilidad técnica

Para evaluar si el diseño técnico de la ciclovía del proyecto es factible se debe analizar que cada tramo de cicloruta cumpla con los parámetros técnicos de diseño establecidos por los distintos manuales en la Tabla 46. Entonces para explicar el procedimiento se toma como referencia a la ciclovía Intervalles abscisa 0+000 hasta 1+008,06 (Tabla 93), abscisa 1+008 hasta 1+600 (Tabla 94), abscisa 1+600 hasta 3+290 (Tabla 95), abscisa 3+290 hasta 4+521,6 (Tabla 96); tomando en cuenta que en el Anexo 9 se detalla el análisis para cada tramo de cicloruta que conforma el proyecto.

Para la calificación se asume que cada ítem tiene igual importancia por lo tanto cada uno tiene la misma calificación, entonces se divide el 100% para el número de criterios. Si los valores definidos para el proyecto cumplen con lo establecido en los manuales, entonces tiene un puntaje equivalente al 100% de la calificación, caso contrario tiene un puntaje equivalente al 0% de la calificación; mientras que, si se aproximan a los valores del manual tienen un puntaje equivalente al 50% de la calificación. Se suma el total del puntaje y se tiene como resultado el porcentaje de cumplimiento.

Tabla 93.

Prefactibilidad ciclovía segregada Intervalles abscisas 0+000 hasta 1+008,06

Calificación (%)	Criterio	Manual	Proyecto	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)		Puntaje (%)
				Segregada 1		
				Cumple		
				Si	No	
8,33	Velocidad mínima de diseño (km/h)	30	45	x		8,33
8,33	Velocidad mínima de operación (km/h)	30	30	x		8,33
8,33	Ancho mínimo bidireccional (cm)	2	2,8	x		8,33
8,33	Pendiente máxima permitida (%)	5 -6	5,5	x		8,33
8,33	Longitud máxima de tramo según la pendiente máxima (m)	240	45,37	x		8,33
8,33	Sobreebanco por pendiente (cm)	30	30	x		8,33
8,33	Radio mínimo de giro (m)	60	90	x		8,33
8,33	Peralte (%)	2-12	4	x		8,33
8,33	Sobreebanco por radio de curva entre 24 - 32m (cm)	25	30	x		8,33
8,33	Coefficiente de fricción recomendado	0,21 - 0,31	0,23	x		8,33
8,33	Distancia con respecto a obstáculos laterales continuos $\leq 0,10$ m (cm)	0,25 a cada lado	0,25	x		8,33
8,33	Distancia con respecto a obstáculos laterales discontinuos (cm)	0,75	0,75	x		8,33
100,00	Total (%)					100,00

Tabla 94.*Prefactibilidad ciclovía compartida Intervalles abscisa 1+008,06 hasta 1+600*

Calificación (%)	Criterio	Manual	Proyecto	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)		Puntaje (%)
				Compartida 1		
				Cumple		
				Si	No	
12,50	Velocidad mínima de diseño (km/h)	30	40	x		12,50
12,50	Velocidad mínima de operación (km/h)	30	30	x		12,50
12,50	Ancho unidireccional (cm)	3,6 - 4,5	4,5	x		12,50
12,50	Pendiente máxima permitida (%)	7 - 8	7,2	x		12,50
12,50	Longitud máxima de tramo según la pendiente máxima (m)	120	61,8	x		12,50
12,50	Radio mínimo de giro (m)	50	75	x		12,50
12,50	Peralte (%)	2-12	2	x		12,50
12,50	Coefficiente de fricción recomendado	0,21 - 0,31	0,25	x		12,50
100,00	Total (%)					100,00

Tabla 95.*Prefactibilidad ciclovía segregada Intervalles abscisa 1+600 hasta 3+290*

Calificación (%)	Criterio	Manual	Proyecto	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)		Puntaje (%)
				Segregada 2		
				Cumple		
				Si	No	
8,33	Velocidad mínima de diseño (km/h)	30	40	x		8,33
8,33	Velocidad mínima de operación (km/h)	30	30	x		8,33
8,33	Ancho mínimo bidireccional (cm)	2	2,8	x		8,33
8,33	Pendiente máxima permitida (%)	7 - 8	7,95	x		8,33
8,33	Longitud máxima de tramo según la pendiente máxima (m)	120	83	x		8,33
8,33	Sobrancho por pendiente (cm)	30	30	x		8,33
8,33	Radio mínimo de giro (m)	100	120	x		8,33
8,33	Peralte (%)	2-12	4	x		8,33
8,33	Sobrancho por radio de curva entre 24 y 32m (cm)	25	30	x		8,33
8,33	Coefficiente de fricción recomendado	0,21 - 0,31	0,2		x	4,17
8,33	Distancia con respecto a obstáculos laterales continuos $\leq 0,10$ m (cm)	0,25 a cada lado	0,25	x		8,33
8,33	Distancia con respecto a obstáculos laterales discontinuos	0,75	0,75	x		8,33
100,00	Total (%)					95,83

Tabla 96.*Prefactibilidad ciclovía compartida Intervalles abscisa 3+290 hasta 4+530*

Calificación (%)	Criterio	Manual	Proyecto	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)		Puntaje (%)
				Compartida 2		
				Cumple		
				Si	No	
12,50	Velocidad mínima de diseño (km/h)	30	30	x		12,50
12,50	Velocidad mínima de operación (km/h)	30	30	x		12,50
12,50	Ancho unidireccional (cm)	3,6 - 4,5	4,5	x		12,50
12,50	Pendiente máxima permitida (%)	3 - 5	3,13	x		12,50
12,50	Longitud máxima de tramo según la pendiente máxima (m)	500	241	x		12,50
12,50	Radio mínimo de giro (m)	27	27	x		12,50
12,50	Peralte (%)	2-12	2	x		12,50
12,50	Coefficiente de fricción recomendado	0,21 - 0,31	0,23	x		12,50
100,00		Total (%)				100,00

Una vez establecido el porcentaje de cumplimiento de cada tramo que conforma la cicloruta del proyecto, se realiza un cuadro resumen (Tabla 97) , donde se tiene como total el porcentaje de prefactibilidad técnica del proyecto, valor que se obtuvo al sumar el porcentaje de cada tramo y determinar qué valor del 100% representa.

Tabla 97.
Prefactibilidad técnica del proyecto

Abcisas		Longitud		Tramo de ciclovia	Tipo de ciclovia	Prefactibilidad técnica por tramo de ciclovia	Prefactibilidad técnica neta
Inicio	Fin	(m)	(%)			(%)	(%)
0+000	1+057,31	1057,31	4,75	Comuna Sorialoma (Sendero Ilaló)	Compartida	70,00	3,33
0+000	1+008,06	1008,06	4,53	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)	Segregada 1	100,00	4,53
1+008,06	1+600	591,94	2,66	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)	Compartida 1	100,00	2,66
1+600	3+290	1690,00	7,59	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)	Segregada 2	95,83	7,28
3+290	4+528	1238,00	5,56	Av. Intervalles (Puente Guangopolo - Balneario El Tingo)	Compartida 2	100,00	5,56
0+000	0+600	600,00	2,70	Av. Ilaló (Tingo - Piscinas Ilaló)	Compartida 1	100,00	2,70
0+600	6+510	5910,00	26,56	Av. Ilaló (Tingo - Piscinas Ilaló)	De espaldón	93,75	24,90
6+510	9+330	2820,00	12,67	Av. Ilaló (La Merced - Piscinas Ilaló)	Compartida 2	81,25	10,30
0+000	1+610	1610,00	7,23	Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia - Puente sobre el río San Pedro)	De espaldón	81,25	5,88
1+610	2+230	620,00	2,79	Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia - Puente sobre el río San Pedro)	Segregada	91,67	2,55
2+230	2+342,05	112,05	0,50	Calle Sebastián de Benalcázar (Parque de La Armenia - Puente sobre el río San Pedro)	Compartida	100,00	0,50
0+000	3+700	3700,00	16,63	Santuario Schoenstatt - Termas de la Merced (Calle Cesar Enrique Balseca, Jordán, Termas)	Compartida	87,50	14,55
0+000	1+135	1135,00	5,10	Av. Ilaló (Parque de Los Planetas - Tingo)	De espaldón	100,00	5,10
1+135	1+298,13	163,13	0,73	Av. Ilaló (Parque de Los Planetas - Tingo)	Compartida	93,75	0,69
Total		22255,49	100,00	Porcentaje total de ciclovia viable técnicamente		(%)	90,51
				Longitud total de ciclovia viable técnicamente		(m)	20143,52

6.2. Prefactibilidad financiera

6.2.1. Rubros, Cantidades, costos unitarios y presupuesto

6.2.1.1. Rubros y cantidades de obra

En la Tabla 98 se indica los rubros utilizados dentro del proyecto, así como el cálculo de las cantidades de obra. Se considera para las especificaciones técnicas de cada uno lo descrito por el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (2002), documento que contiene las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, está dividido por secciones en las que se enlistan determinados rubros con su respectivo código.

Tabla 98.

Cálculo de cantidades de obra

N°	Rubro	Código	Unidad	Valor
1	Desbroce desbosque y limpieza	302-1	Ha	
	Longitud de ciclovía segregada en Av. Intervalles		m	2698,06
	Ancho ciclovía segregada en Av. Intervalles		m	26,90
	Longitud de ciclovía segregada en Armenia		m	620,00
	Ancho ciclovía segregada en Armenia		m	39,90
	Total		m	97315,81
			Ha	9,73
2	Excavación en suelo	303-2 (2)	m ³	
	Volumen de corte en ciclovía segregada Av. Intervalles		m ³	103626,81
	Volumen de corte en ciclovía segregada Armenia		m ³	1068,25
	Volumen de relleno en ciclovía segregada Av. Intervalles		m ³	26517,40
	Volumen de relleno en ciclovía segregada Armenia		m ³	54609,32
	Longitud de ciclovía segregada		m	39,90
	Ancho de ciclovía segregada		m	2,90
	Espesor para sub-base		m	0,15
	Volumen de material para base		m ³	17,36
	Longitud del proyecto		m ³	3318,06

Continúa →

	60% de la longitud del proyecto		m	1990,84
	ancho del proyecto		m	2,90
	Espesor		m	0,30
	Volumen de corte de material orgánico		m ³	1732,03
	Total de excavación		m ³	106427,09
3	Replanteo y nivelación		m ²	
	Longitud de ciclovía segregada Intervalles		m	2698,06
	Ancho de ciclovía segregada Intervalles		m	2,80
	Longitud de ciclovía segregada La Armenia		m	620,00
	Ancho de ciclovía segregada La Armenia		m	2,90
	Total		m ²	9352,57
4	Acabado de la obra básica nueva	308-2 (1)	m ²	
	Longitud total de ciclovía segregada		m	3318,06
	Ancho total de ciclovía segregada		m	2,90
	Total		m ²	9622,37
5	Base granular Clase II	404-1	m ³	
	Longitud de la ciclovía segregada		m	3318,06
	Ancho de ciclovía segregada		m	2,90
	Espesor de base		m	0,10
	Porcentaje de compactación		-	1,02
	Longitud de la acera		m	620,00
	Ancho de la acera		m	1,20
	Espesor de la base		m	0,10
	Volumen de la base para acera		m ³	74,40
	Total		m ³	1055,88
6	Asfalto MC 250 para imprimación	405-1 (1)	lt	
	Longitud de ciclovía segregada		m	3318,06
	Ancho		m	2,90
	Espesor		m	0,03
	Total		m ³	240,56
			lt	240559,35
7	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5cm de espesor	405-5	m ²	
	Longitud de ciclovía segregada		m	3318,06
	Ancho		m	2,90
	Total		m ²	9622,37

Continúa →

8	Excavación para cunetas y encauzamientos	307-3 (1)	m ³	
	Longitud cuneta de la ciclovía segregada Intervalles		m	2698,06
	Área de cuneta ciclovía segregada Intervalles a excavar		m ²	0,16
	Volumen de excavación cuneta ciclovía segregada Intervalles		m ³	424,94
	Longitud cuneta ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	620,00
	Área de cuneta ciclovía segregada Parque de la Armenia a excavar		m ²	0,20
	Volumen de excavación cuneta ciclovía segregada Parque de la Armenia		m ³	121,892
	Total		m ³	546,84
9	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para cunetas laterales (180 kg/cm²)	503-3	m ³	
	Longitud cuneta de la ciclovía segregada Intervalles		m	2698,06
	Área del hormigón de la cuneta con un e=10cm		m ²	0,08
	Volumen de hormigón cuneta ciclovía segregada Intervalles		m ³	224,48
	Longitud cuneta de la ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	620,00
	Área de la pared lateral 1 cuneta ciclovía segregada Parque de la Armenia		m ²	0,09
	Área de la pared lateral 2 cuneta ciclovía segregada Parque de la Armenia		m ³	56,54
	Total		m ³	281,02
10	Hormigón estructural de cemento Portland clase B para entrada y salida de encauzamiento (210 kg/cm²)	503 (2)	m ³	
	Volumen pared frontal Intervalles 1 D=2,50		m ³	3,32
	Volumen pared frontal Intervalles 1 D=2,00		m ³	1,11
	Volumen pared frontal Intervalles 2 D=2,50		m ³	2,38

Continúa →

	Volumen pared frontal Intervalles 2 D=3,00		m ³	5,46
	Volumen pared frontal Intervalles 2 D=2,00		m ³	1,11
	Volumen total de pared frontal		m ³	26,76
	Volumen muro de ala Intervalles 1 D=2,50		m ³	3,17
	Volumen muro de ala Intervalles 1 D=2,00		m ³	0,99
	Volumen muro de ala Intervalles 2 D=2,50		m ³	2,27
	Volumen muro de ala Intervalles 2 D=3,00		m ³	2,95
	Volumen muro de ala Intervalles 2 D=2,00		m ³	0,99
	Volumen de muros de ala		m ³	41,48
	Volumen losa de fondo Intervalles 1 D=2,50		m ³	6,01
	Volumen losa de fondo Intervalles 1 D=2,00		m ³	2,04
	Volumen losa de fondo Intervalles 2 D=2,50		m ³	7,45
	Volumen losa de fondo Intervalles 2 D=3,00		m ³	9,97
	Volumen losa de fondo Intervalles 2 D=2,00		m ³	2,04
	Volumen total de losa de fondo		m ³	55,02
	Volumen dentellón Intervalles 1 D=2,50		m ³	0,59
	Volumen dentellón Intervalles 1 D=2,00		m ³	0,40
	Volumen dentellón Intervalles 2 D=2,50		m ³	0,68
	Volumen dentellón Intervalles 2 D=3,00		m ³	0,85
	Volumen dentellón Intervalles 2 D=2,00		m ³	0,40
	Volumen total del dentellón		m ³	5,84
	Volumen total		m ³	129,10
11	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para pozos (210 kg/cm²)	503 (3)	m ³	
	Área del pozo		m ²	0,14
	Longitud del pozo		m	0,7
	Volumen del pozo		m ³	0,10
	Área del replantillo		m ²	0,02
	Volumen del replantillo		m ³	0,01
	Volumen		m ³	0,11
	Número de pozos		u	7,00
	Total		m ³	0,78
12	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de bordillos (180 kg/cm²)	503 (3)	m ³	
	Área		m ²	0,0453

Continúa →

	Longitud de la ciclovía segregada Intervalles		m	2698,06
	Volumen ciclovía segregada Intervalles		m ³	122,22
	Longitud de la ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	620,00
	Volumen ciclovía segregada Parque de la Armenia		m ³	28,09
	Volumen		m ³	150,31
13	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de señalética (180 kg/cm²)	503 (3)	m ³	
	Volumen soporte de señalética		m ³	0,064
	Número de señalética		u	616
	Volumen		m ³	39,42
14	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de poste de semáforo (210 kg/cm²)	503 (3)	m ³	
	Volumen de soporte de semáforo		m ³	0,125
	Número de semáforos		u	11,00
	Volumen		m ³	1,38
15	Adoquinado de bloques de hormigón de 20x10x6 cm	401-4(1)	m ²	
	Longitud de la acera ciclovía segrega Parque de la Armenia		m	620,00
	Ancho de la acera ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	1,2
	Total		m ²	744
16	Revestimiento de zampeado e=0,30 m	613-2	m ²	
	Área enrocado Intervalles 1 D=2,50		m ²	29,70
	Área enrocado Intervalles 1 D=2,00		m ²	20,10
	Área enrocado Intervalles 2 D=2,50		m ²	33,90
	Área enrocado Intervalles 2 D=3,00		m ²	42,60
	Área enrocado Intervalles 2 D=2,00		m ²	20,10
	Total		m ²	146,40
17	Transporte de material de préstamo importado	309-4 (2)	m ³ /km	
	Área de zampeado		m ²	146,40

Continúa →

	Espesor		m	0,30
	Volumen		m ³	43,92
	Distancia a la cantera		km	23,80
	Total		m ³	1045,30
18	Bordillo prefabricado de hormigón l=1,0m, a=0,06m, h=0,30m	503-7	u	
	Longitud de ciclovía segregada Intervalles		m	2698,06
	Longitud de ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	620,00
	Longitud del bordillo		m	1,00
	Total		u	3318,06
19	Excavación y relleno para estructuras, Alcantarillas de pozo	307-2 (1)	m ³	
	Longitud tubería pozo A1 D=0,2m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,2m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,2m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	0,70
	Longitud tubería pozo A2 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A2 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A2 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	1,00
	Longitud tubería pozo A3 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	33,00
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A3 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A3 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	3,41
	Volumen en Ciclovía segregada Intervalles 1		m ³	17,75
	Longitud tubería pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,30

Continúa →

	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	1,57
	Longitud tubería pozo A2 D=0,20m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A2 D=0,20m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A2 D=0,20m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	1,76
	Longitud tubería pozo A3 D=0,16m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A3 D=0,16m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A3 D=0,16m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,49
	Longitud tubería pozo A4 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,40
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A4 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A4 D=0,25m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	0,72
	Volumen en Ciclovía segregada Intervalles 2		m ³	2,32
	Longitud tubería pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Parque de La Armenia		m	20,00
	Ancho de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Parque de La Armenia		m	0,30
	Altura de zanja para alcantarillas de pozo A1 D=0,25m, Ciclovía segregada Parque de La Armenia		m	13,00
	Volumen en Ciclovía segregada Parque de La Armenia		m ³	39,00
	Total		m ³	59,06
20	Excavación y relleno para estructuras, Alcantarillas de quebrada	307-2 (1)	m ³	
	Longitud tubería quebrada 1 D=2,5m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	4,30

Continúa →

	Ancho de zanja para alcantarilla de quebrada 1 D=2,5m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	3,20
	Altura de zanja para alcantarillas de quebrada 1 D=2,5m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	3,25
	Longitud tubería quebrada 2 D=2,0m , Ciclovía segregada Intervalles 1		m	4,30
	Ancho de zanja para alcantarilla de quebrada 2 D=2,0m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	2,60
	Altura de zanja para alcantarillas de quebrada 2 D=2,0m, Ciclovía segregada Intervalles 1		m	2,20
	Volumen alcantarillas de quebradas Intervalles 1		m ³	69,32
	Longitud tubería quebrada 3 D=2,5m , Ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Ancho de zanja para alcantarilla de quebrada 3 D=2,5m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,30
	Altura de zanja para alcantarillas de quebrada 3 D=2,5m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,00
	Longitud tubería quebrada 4 D=3,0m , Ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Ancho de zanja para alcantarilla de quebrada 4 D=3,0m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	7,80
	Altura de zanja para alcantarillas de quebrada 4 D=3,0m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	3,15
	Longitud tubería quebrada 5 D=2,0m , Ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Ancho de zanja para alcantarilla de quebrada 5 D=2,0m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	2,60
	Altura de zanja para alcantarillas de quebrada 5 D=2,0m, Ciclovía segregada Intervalles 2		m	2,20
	Volumen alcantarillas de quebradas Intervalles 2		m ³	172,82
	Total		m ³	242,13
21	Suministro e Instalación de tubería de hormigón armado para alcantarillas D=2,0 m	601-(1A)	m	
	Tubería D=2,0 m ciclovía segregada Intervalles 1		m	4,30
	Tubería D=2,0 m ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Total		m	8,60

Continúa →

22	Suministro e instalación de Tubería de hormigón armado para alcantarillas D=2,5 m	601-(1A)	m	
	Tubería D=2,50 m ciclovía segregada Intervalles 1		m	4,30
	Tubería D=2,50 m ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Total		m	8,60
23	Suministro e instalación de tubería de hormigón armado para alcantarillas D=3,0 m	601-(1A)	m	
	Tubería D=3,00 m ciclovía segregada Intervalles 2		m	4,30
	Total		m	4,30
24	Tuberías de PVC para alcantarillas D=160mm	604-(1A)	m	
	Tubería D=160 mm ciclovía segregada Intervalles 2, pozo A3		m	3,40
	Total		m	3,40
25	Tuberías de PVC para alcantarillas D=200mm	604-(1A)	m	
	Tubería D=200 mm ciclovía segregada Intervalles 1, pozo A1		m	3,40
	Tubería D=200 mm ciclovía segregada Intervalles 2, pozo A2		m	3,40
	Total		m	6,80
26	Tuberías de PVC para alcantarillas D=250mm	604-(1A)	m	
	Tubería D=250 mm ciclovía segregada Intervalles 1, pozo A2		m	3,40
	Tubería D=250 mm ciclovía segregada Intervalles 1, pozo A3		m	33,00
	Tubería D=250 mm ciclovía segregada Intervalles 2, pozo 1		m	3,40
	Tubería D=250 mm ciclovía segregada Intervalles 2, pozo 4		m	3,40

Continúa →

	Tubería D=250 mm ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	3,40
	Total		m	46,60
	Acero de refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm²), para entrada y salida de encauzamiento		kg	
27	Varilla sismo resistente soldable D=8mm Longitud(6, 9, 12) m	504 (1)	kg	115,25
	Varilla sismo resistente soldable D=10mm Longitud (6, 9, 12), Peso (6, 9, 12)= 3,702kg; 5,553kg; 7,404kg.		kg	338,93
	Varilla sismo resistente soldable D=14mm Longitud(6,9,12) Peso (6,9,12)		kg	357,49
	Varilla sismo resistente soldable D=16mm Longitud (6, 9, 12) Peso (6, 9, 12) = 9,468kg; 14,202kg; 18,936kg.		kg	2341,78
	Total		kg	3153,45
	Rejillas de hierro fundido, galvanizada incluye bisagra l=0,50m, a=0,36m		u	
28	Ciclovía segregada Intervalles 1	606-2(3)	u	3,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	4,00
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		u	8,00
	Total		u	15,00
	Barandales de tubería		m	
29	Ciclovía segregada Parque de la Armenia	829-2	m	620,00
	Total			620,00
	Tubo redondo de acero galvanizado D=2", para parqueaderos		u	
30	Número de parqueaderos ciclovía compartida Sorialoma	-	u	1,00
	Número de parqueaderos ciclovía compartida Avenida Intervalles		u	1,00
	Número de parqueaderos ciclovía compartida Avenida Ilaló		u	1,00
	Número de parqueaderos ciclovía espaldón Avenida Ilaló		u	2,00
	Número de parqueaderos ciclovía espaldón Parque de la Armenia		u	1,00

Continúa →

	Número de parqueaderos ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		u	1,00
	Número de parqueaderos ciclovía compartida Parque de los Planetas		u	1,00
	Número de tubos		u	3,00
	Total		u	24,00
31	Tapa de hormigón prefabricado para cunetas rectangulares l=1,0m, a=0,30m, h=0,30m	-	u	
	Longitud de la tapa		m	1,00
	Longitud ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	620,00
	Total		u	620,00
Señalética horizontal				
32	Marcas de pavimento (pintura amarilla y blanca/acrílica/a=0,10m)	705-(1)	m	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		m	2412,14
	Ciclovía segregada Intervalles 2		m	4023,33
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	1466,67
	Total		m	7902,14
33	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,80m)	705-(1)	m	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		m	24,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		m	16,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		m	17,00
	Ciclovía compartida Ilaló 1		m	20,00
	Ciclovía de espaldón Ilaló		m	196,00
	Ciclovía compartida Ilaló 2		m	8,00
	Ciclovía de espaldón Parque de La Armenia		m	20,80
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	12,00
	Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		m	166,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		m	107,00
	Ciclovía compartida Parque de los Planetas		m	20,80
	Total		m	607,60
34	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,40m)	705-(1)	m	

Continúa →

	Ciclovía segregada Intervalles 1		m	8,40
	Ciclovía segregada Intervalles 2		m	11,20
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	2,90
	Total		m	22,50
35	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,50m)	705-(1)	m	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		m	6,00
	Ciclovía segregada Intervalles 1		m	10,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		m	18,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		m	36,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		m	38,00
	Total		m	108,00
36	Marcas de pavimento (pintura verde/acrílica/a=1,00m)	705-(1)	m	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		m	6,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		m	18,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		m	18,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		m	9,00
	Ciclovía de espaldón Ilaló		m	132,00
	Ciclovía de espaldón parque de La Armenia		m	9,00
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		m	9,00
	Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		m	18,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		m	14,00
	Ciclovía compartida Parque de los Planetas		m	10,00
	Total		m	243,00
37	Marcas de pavimento (caja de seguridad/acrílica/a=1,20m, l=variable)	705-(3)	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	3,00
	Ciclovía compartida Parque de los Planetas		u	2,00
	Total		u	5,00
38	Marcas de pavimento (cajas de seguridad/acrílica/a=3,5m, l=4,5m)	705-(3)	u	
	Ciclovía de espaldón Ilaló		u	24,00
	Total		u	24,00

Continúa →

39	Marcas de pavimento (símbolos, letras, flechas)	705-(3)	u	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		u	52,00
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	66,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	52,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	132,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	100,00
	Ciclovía compartida Ilaló 1		u	56,00
	Ciclovía de espaldón Ilaló		u	174,00
	Ciclovía compartida Ilaló 2		u	72,00
	Ciclovía de espaldón parque de La Armenia		u	102,00
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		u	48,00
	Ciclovía compartida Parque de la Armenia		u	12,00
	Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		u	352,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		u	112,00
	Ciclovía compartida Parque de los Planetas		u	24,00
Total	u	1354,00		
40	Marcas de pavimento (pintura negra/acrílica/a=0,10m)	705-(1)	m	
	Longitud ciclovía de espaldón Parque de la Armenia		m	3220,00
	Total		m	3220,00
41	Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva, 400x200x120 mm/amarillo/tipo tachón)	705-(4)	u	
	Ciclovía de espaldón Ilaló		u	26267,00
	Ciclovía de espaldón parque de La Armenia		u	7150,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		u	5044,00
	Total		u	38461,00
Señalética vertical				
42	Señales al lado de la carretera regulatorias (RC)	708-5(1)	u	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		u	15,00
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	15,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	16,00

Continúa →

	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	32,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	19,00
	Ciclovía compartida Ilaló 1		u	18,00
	Ciclovía de espaldón Ilaló		u	36,00
	Ciclovía compartida Ilaló 2		u	16,00
	Ciclovía de espaldón parque de La Armenia		u	31,00
	Ciclovía segregada Parque de la Armenia		u	18,00
	Ciclovía compartida Parque de la Armenia		u	12,00
	Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		u	31,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		u	21,00
	Ciclovía compartida Parque de los Planetas		u	12,00
	Total		u	292,00
	43		Señales al lado de la carretera preventivas (PC)	708-5(1)
Ciclovía compartida sector Sorialoma		u	3,00	
Ciclovía segregada Intervalles 1		u	12,00	
Ciclovía compartida Intervalles 1		u	2,00	
Ciclovía segregada Intervalles 2		u	9,00	
Ciclovía compartida Intervalles 2		u	2,00	
Ciclovía compartida Ilaló 1		u	8,00	
Ciclovía de espaldón Ilaló		u	92,00	
Ciclovía compartida Ilaló 2		u	2,00	
Ciclovía de espaldón Parque de La Armenia		u	50,00	
Ciclovía compartida Parque de la Armenia		u	3,00	
Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		u	66,00	
Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		u	43,00	
Ciclovía compartida Parque de los Planetas		u	3,00	
Total		u	295,00	
44	Señales al lado de la carretera informativas (IC)	708-5(1)	u	
	Ciclovía compartida sector Sorialoma		u	3,00
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	4,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	3,00
	Ciclovía compartida Ilaló 1		u	1,00
	Ciclovía de espaldón Ilaló		u	7,00
	Ciclovía compartida Ilaló 2		u	2,00

Continúa →

	Ciclovía de espaldón parque de La Armenia		u	3,00
	Ciclovía compartida Parque de la Armenia		u	1,00
	Ciclovía compartida Santuario de Schoenstatt		u	1,00
	Ciclovía de espaldón Parque de los Planetas		u	2,00
	Total		u	29,00
Semaforización				
45	Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incluidos	706-1a	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	1,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	3,00
	Total		u	4,00
46	Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales - ciclistas	706-1b	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	1,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	5,00
	Total		u	6,00
47	Semáforo de 2 módulos 12 plg. Animados para ciclistas, en policarbonato y con lámparas de LED	706-1c	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	1,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	1,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	2,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	1,00
	Total		u	5,00
48	Semáforo de 3 módulos 12 plg. Vehiculares en policarbonato y con lámparas de LED	706-1d	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	5,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	2,00
	Total		u	11,00

Continúa →

49	Poste de semáforos para vehículos D=114mm, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	706-1e	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	5,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	2,00
	Total	u	11,00	
50	Soporte sencillo de aluminio con fijación en 2 puntos para semáforo, sobre columnas o báculo	706-1f	u	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía compartida Intervalles 1		u	2,00
	Ciclovía segregada Intervalles 2		u	5,00
	Ciclovía compartida Intervalles 2		u	2,00
	Total	u	11,00	
Iluminación				
51	Abrazadera para instalación de luminaria de alumbrado público	706-2b	u	
	Ciclovía segregada Intervalles		u	60,00
	Ciclovía segregada Parque de La Armenia		u	17,00
	Total		u	77,00
52	Poste de hormigón h=9,0m	706-2c	u	
	Ciclovía segregada Intervalles		u	37,00
	Ciclovía segregada Parque de La Armenia		u	6,00
	Total		u	43,00
53	Luminaria con lámpara de vapor de Na de alta presión completa con brazo para montaje en poste, l=1,5m	706-2d	u	
	Ciclovía segregada Intervalles		u	60,00
	Ciclovía segregada Parque de La Armenia		u	17,00
	Total		u	77,00

Continúa →

Mitigación de impacto ambiental				
54	Indemnización de predios	229-1	m ²	
	Ciclovía segregada Intervalles 1		m ²	2139,97
	Ciclovía segregada Intervalles 2		m ²	421,80
	Total		m ²	2561,76

Para el análisis de cantidades se plantea que el volumen de corte y relleno del rubro de excavación de suelo, Anexo 10, se obtiene a través del programa civil 3D por medio del diseño vial de la ciclovía y para el rubro de transporte de material se tiene en la Figura 110 la ruta hacia la cantera donde se obtiene el material importado, localizado a una distancia de 23,80 km.

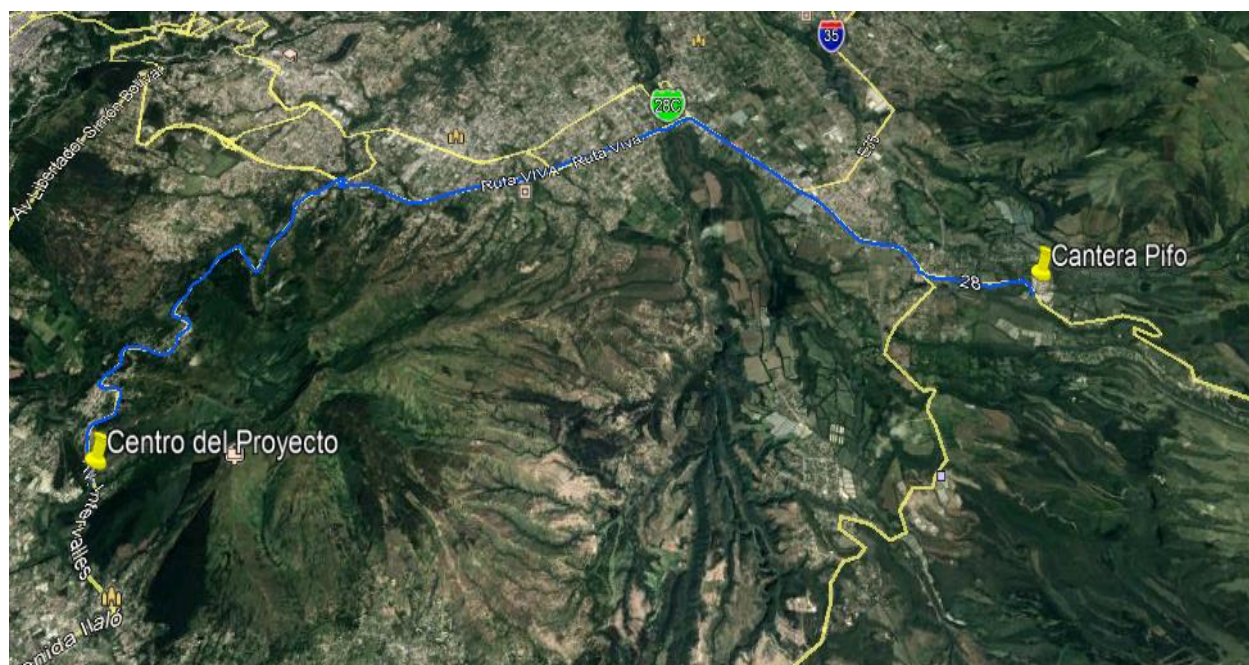


Figura 110. Ruta hacia la Cantera Pifo

Análisis de precios unitarios

Para el análisis de precios unitarios (APU) se considera para el costo total directo el equipo, la mano de obra, los materiales y transporte. Para el costo total del rubro se tiene la suma del costo directo, más los costos indirectos (Tabla 99) y la utilidad del 5% del costo directo.

Tabla 99.

Costos indirectos del proyecto

COSTOS INDIRECTOS		
Fuente	Cámara Boliviana de la Construcción (2002)	
	Cámara Ecuatoriana de la Construcción (2018)	
Costo directo de la obra	2577453,21	
Tiempo de duración de la obra	12	meses
	30	días
Tabla resumen de costos indirectos (%)		
Gastos técnicos y administrativos	1,45	
Alquiler y/o depreciaciones	0,36	
Obligaciones y seguros	0,24	
Materia de consumo	0,11	
Capacitación y promoción	0,14	
Total gastos generales	2,31	

Gastos técnicos y administrativos		
Item	Costo mensual	Costo total
Gerente general	900,00	10.800,00
Secretaria gerente general	400,00	4.800,00
Almacenista general	386,00	4.632,00
mecánico y/o electricista	400,00	4.800,00
Guardia	386,00	4.632,00
Jefe de departamento financiero	650,00	7.800,00
Total	3.122,00	37.464,00
Incidencia (%)	1,45	

Alquiler y/o depreciaciones			
Descripción		Costo mensual	Costo total
Rentas	Oficinas	300,00	3.600,00
	Almacén	250,00	3.000,00

Continúa →

Servicios	Teléfono oficina	20,00	240,00
	Agua, luz oficina y almacén	30,00	360,00
Mantenimiento	Equipo de oficina	50,00	600,00
Depreciaciones	Equipo de oficina	20,00	240,00
Amortizaciones	Gastos de organización	50,00	600,00
	Gastos de instalación	50,00	600,00
Total		770,00	9.240,00
Incidencia (%)			0,36

Obligaciones y seguros			
Descripción		Costo mensual	Costo total
Afiliaciones	Cámara de la construcción	13,00	156,00
Seguros	Personal administrativo	40,00	480,00
	Personal operativo	50,00	600,00
	Robos	400,00	4.800,00
	Incendios	20,00	240,00
Total		523,00	6.276,00
Incidencia (%)			0,24

Materia de consumo			
Descripción		Costo mensual	Costo total
Impresoras oficina		100,00	1.200,00
Papelería oficina		50,00	600,00
Copias planos		30,00	360,00
Fotocopias		20,00	240,00
Artículo de limpieza		20,00	240,00
Varios		20,00	240,00
Total		240,00	2.880,00

Continúa →

Incidencia	0,11
------------	------

Capacitación y promoción			
Descripción		Costo mensual	Costo Total
Capacitación	Obreros	200,00	2.400,00
Promoción	Atención a clientes	100,00	1.200,00
Total		300,00	3.600,00
Incidencia			0,14

Para los precios se toma como referencia: (Cámara de la Industria de la Construcción, 2018), (Criollo Guamán, 2018), (Mamani Layme, 2002), (Villamontes, 2002). En la Tabla 100 se tiene un ejemplo de APU tipo para el proyecto, teniendo presente que en Anexo 11 se detalla el análisis de precios unitarios de los demás rubros.

Tabla 100.*Análisis de precios unitario rubro: Desbroce, desbosque y limpieza*

RUBRO	1	Desbroce, desbosque y limpieza				UNIDAD	Ha
DETALLE:							
EQUIPOS							
Código	Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
1,10102	Herramienta menor (5% M.O) Excavadora de oruga HYUNDAI 220	1,00	328,00	41,00	1,60	1,44 65,60	
1,10136	Volqueta HINO GH 8M3	1,00	200,00	25,00	1,60	40,00	
SUBTOTAL M						107,04	
MANO DE OBRA							
Código	Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
1,01	Peón	2,00	3,51	7,01	1,60	11,22	
6,01	Inspector de obra	0,50	3,83	1,92	1,60	3,07	
11,02	Operador de Excavadora	1,00	3,93	3,93	1,60	6,29	
16,04	Chofer volquetas (Est. Oc. C1)	1,00	5,15	5,15	1,60	8,24	
SUBTOTAL N						28,82	
MATERIALES							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
SUBTOTAL O						-	
TRANSPORTE							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P							
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						135,86	
INDIRECTOS %					2,31	3,14	
UTILIDAD 5%						6,79	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						145,79	
VALOR OFERTADO							

6.2.1.2. Presupuesto

En la Tabla 101 se tiene el presupuesto total a invertir para la implementación del presente proyecto, tomando en cuenta que el precio total es igual al producto entre el precio unitario y la cantidad.

Tabla 101.*Presupuesto de inversión para implementación del proyecto*

No	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Desbroce desbosque y limpieza	Ha	9,73	145,79	1.418,55
2	Excavación en suelo	m ³	106.427,09	1,73	184.357,65
3	Replanteo y nivelación	m ²	9.352,57	1,13	10.612,34
5	Base granular Clase II	m ³	1.055,88	10,28	10.849,33
6	Asfalto MC 250 para imprimación	lt	240559,35	2,67	642.745,53
7	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5cm de espesor	m ²	9.622,37	102,93	990.414,88
8	Excavación para cunetas y encauzamientos	m ³	546,84	27,73	15.162,30
9	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para cunetas laterales (180 kg/cm ²)	m ³	281,02	87,85	24.687,10
10	Hormigón estructural de cemento Portland clase B para entrada y salida de encauzamiento (210 kg/cm ²)	m ³	129,10	91,24	11.779,57
11	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para pozos (210 kg/cm ²)	m ³	0,78	85,03	66,32
12	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de bordillos (180 kg/cm ²)	m ³	150,31	91,07	13.688,06
13	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de señalética (180 kg/cm ²)	m ³	39,42	90,99	3.587,38
14	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de poste de semáforo (210 kg/cm ²)	m ³	1,38	90,99	125,12
15	Adoquinado de bloques de hormigón de 20x10x6 cm	m ²	744,00	21,05	15.661,73
16	Revestimiento de zampeado e=0,30 m	m ²	146,40	12,64	1.851,06
17	Transporte de material de préstamo importado	m ³ -km	1.045,30	0,42	440,36
18	Bordillo prefabricado de hormigón l=1,0m, a=0,06m, h=0,30m	u	3.318,06	15,00	49.763,89
19	Excavación y relleno para estructuras, Alcantarillas de pozo	m ³	59,06	124,80	7.371,20

Continúa →

20	Excavación y relleno para estructuras, Alcantarillas de quebrada	m ³	242,13	48,97	11.857,34
21	Suministro e Instalación de tubería de hormigón armado para alcantarillas D=2,0 m	m	8,60	108,66	934,44
22	Suministro e instalación de Tubería de hormigón armado para alcantarillas D=2,5 m	m	8,60	108,66	934,44
23	Suministro e instalación de tubería de hormigón armado para alcantarillas D=3,0 m	m	4,30	108,66	467,22
24	Tuberías de PVC para alcantarillas D=160mm	m	3,40	10,83	36,81
25	Tuberías de PVC para alcantarillas D=200mm	m	6,80	17,19	116,88
26	Tuberías de PVC para alcantarillas D=250mm	m	46,60	17,19	800,99
27	Acero de refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm ²), para entrada y salida de encauzamiento	kg	3.153,45	8,49	26.758,09
28	Rejillas de hierro fundido, galvanizada incluye bisagra l=0,50m, a=0,36m	u	15,00	88,75	1.331,23
29	Barandales de tubería	m	620,00	29,13	18.058,48
30	Tubo redondo de acero galvanizado D=2", para parqueaderos	u	24,00	63,41	1.521,91
31	Tapa de hormigón prefabricado para cunetas rectangulares l=1,0m, a=0,30m, h=0,30m	u	620,00	16,86	10.455,10
32	Marcas de pavimento (pintura amarilla y blanca/acrílica/a=0,10m)	m	7.902,14	20,12	158.986,91
33	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,80m)	m	607,60	16,55	10.056,64
34	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,40m)	m	22,50	16,55	372,41
35	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,50m)	m	108,00	16,55	1.787,55
36	Marcas de pavimento (pintura verde/acrílica/a=1,00m)	m	243,00	9,27	2.251,83
37	Marcas de pavimento (caja de seguridad/acrílica/a=1,20m, l=variable)	u	5,00	13,61	68,06
38	Marcas de pavimento (cajas de seguridad/acrílica/a=3,5m, l=4,5m)	u	24,00	21,50	516,00

Continúa →

39	Marcas de pavimento (símbolos, letras, flechas)	u	1.354,00	17,25	23.362,03
c	Marcas de pavimento (pintura negra/acrílica/a=0,10m)	m	3.220,00	8,00	25.754,06
41	Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva, 400x200x120 mm/amarillo/tipo tachón)	u	38.461,00	7,72	296.980,34
42	Señales al lado de la carretera regulatorias (RC)	u	292,00	56,31	16.441,44
43	Señales al lado de la carretera preventivas (PC)	u	295,00	56,31	16.610,36
44	Señales al lado de la carretera informativas (IC)	u	29,00	56,31	1.632,88
45	Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incluidos	u	4,00	5,06	20,25
46	Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales - ciclistas	u	6,00	182,12	1.092,74
47	Semáforo de 2 módulos 12 plg. Animados para ciclistas, en policarbonato y con lámparas de LED	u	5,00	34,00	169,98
48	Semáforo de 3 módulos 12 plg. Vehiculares en policarbonato y con lámparas de LED	u	11,00	20,03	220,31
49	Poste de semáforos para vehículos D=114mm, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	u	11,00	564,49	6.209,34
50	Soporte sencillo de aluminio con fijación en 2 puntos para semáforo, sobre columnas o báculo	u	11,00	34,00	373,95
51	Abrazadera para instalación de luminaria de alumbrado público	u	77,00	1,33	102,65
52	Poste de hormigón h=9,0m	u	43,00	45,59	1.960,28
53	Luminaria con lámpara de vapor de Na de alta presión completa con brazo para montaje en poste, l=1,5m	u	77,00	81,69	6.289,88
54	Indemnización de predios	m ²	2.561,76	53,10	136.021,74
Total					2.765.136,94

6.2.2. Matriz de inversión

Con el fin de determinar el costo de inversión por tramo y tipo de ciclovía dentro del proyecto, se realiza una matriz de inversión, considerando para el presupuesto de cada tipo de ciclovía los precios unitarios y cantidades calculadas en el ítem anterior. En la Tabla 102 se muestra como ejemplo de cálculo el presupuesto total de inversión para la ciclovía compartida Intervalles; tomando en cuenta que para el resto de tramos de cicloruta se utiliza la misma metodología como se observa en el Anexo 12.

Tabla 102.

Presupuesto ciclovía compartida Avenida Intervalles

No	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
13	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de señalética (180kg/cm ²)	m ³	2,69	90,99	244,78
14	Hormigón estructural de cemento Portland clase C para soporte de poste de semáforo (210 kg/cm ²)	m ³	0,50	90,99	45,50
30	Tubo redondo de acero galvanizado D=2", para parqueaderos	u	3,00	63,41	190,24
33	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,80m)	m	33,00	16,55	546,20
35	Marcas de pavimento (pintura blanca/acrílica/a=0,50m)	m	56,00	16,55	926,88
36	Marcas de pavimento (pintura verde/acrílica/a=1,00m)	m	27,00	9,27	250,20
39	Marcas de pavimento (símbolos, letras, flechas)	u	152,00	17,25	2.622,62
42	Señales al lado de la carretera regulatorias (RC)	u	35,00	56,31	1.970,72
43	Señales al lado de la carretera preventivas (PC)	u	4,00	56,31	225,23
44	Señales al lado de la carretera informativas (IC)	u	3,00	56,31	168,92
47	Semáforo de 2 módulos 12 plg. Animados para ciclistas, en policarbonato y con lámparas de LED	u	2,00	34,00	67,99
48	Semáforo de 3 módulos 12 plg. Vehiculares en policarbonato y con lámparas de LED	u	4,00	20,03	80,11
49	Poste de semáforos para vehículos D=114mm, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	u	4,00	564,49	2.257,94
50	Soporte sencillo de aluminio con fijación en 2 puntos para semáforo, sobre columnas o báculo	u	4,00	34,00	135,98
Total					9.733,30

En la Tabla 103 se tiene la matriz de inversión del proyecto, donde se analiza el costo de inversión para cada ruta. Se observa que el tramo de ciclovia segregada de la avenida Intervalles es la de mayor costo, mientras el tramo de ciclovia compartida Parque de la Armenia es la que requiere menor inversión.

Tabla 103.

Matriz de inversión por tipo y tramo de ciclovia dentro del proyecto

Problemática Comunidad Ilaló	Meta	Proyecto de Inversión	Meta proyecto de Inversión	Indicador	Tramo	Costo
No hay lugares específicos para la movilidad de ciclistas y peatones	Construcción de espacios para peatones o bicicletas	Estudio de prefactibilidad de la ciclovia en la Administración Zonal Valle de Los Chillos parroquias: Guangopolo, Conocoto, Alangasí y La Merced	Proponer la viabilidad técnica y financiera de la ciclovia	Costo de inversión por tramo de ciclovia	Ciclovia compartida sector Sorialoma	\$ 2.943,96
					Ciclovia segregada Av. Intervalles	\$ 1.957.079,34
					Ciclovia compartida Av. Intervalles	\$ 9.733,30
					Ciclovia de espaldón sector La Armenia	\$ 88.560,59
					Ciclovia segregada sector La Armenia	\$ 416.111,48
					Ciclovia compartida sector La Armenia	\$ 1.200,76
					Ciclovia de espaldón Av. Ilaló (Parque de Los Planetas - Complejo deportivo El Tingo)	\$ 47.071,38
					Ciclovia compartida Av. Ilaló (Complejo deportivo El Tingo - Balneario El Tingo)	\$ 1.810,21
					Ciclovia compartida Av. Ilaló	\$ 5.782,49
					Ciclovia de espaldón Av. Ilaló (Puente negro - Termas La Merced)	\$ 219.576,71
					Ciclovia compartida Av. Ilaló (Santuario de Schoenstatt - Termas Ilaló)	\$ 15.266,57

6.2.3. Análisis de sensibilidad

Según Banco de programas y proyectos de inversión pública (2013) para determinar la rentabilidad de un proyecto de inversión pública se debe considerar si este es capaz de aportar suficientes beneficios a la sociedad, mientras mayor sea la rentabilidad significa que mejor se están invirtiendo los recursos del estado.

Para poder realizar el estudio de sensibilidad se debe establecer el número de años de vida útil del proyecto, que para el presente caso se asume un tiempo igual a 10 años; el costo que genera el proyecto conocido como inversión o presupuesto más los costos por mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto y por último se debe tener presente los beneficios que se obtiene a partir de la implementación del proyecto, para una obra vial se asume como beneficios los ahorros en el costo generalizado de viaje (CGV). Para definir la rentabilidad se tiene tres aspectos: el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y la relación costo - efectividad (CE) (Banco de programas y proyectos de inversión pública, 2013).

Valor actual neto (VAN)

Según Hamilton y Pezo Paredes (2005) permite determinar el valor del dinero que va a recibir el proyecto en el futuro a través de una tasa de interés y un periodo determinado, para posteriormente compararlo con el valor de la inversión inicial. En la Tabla 104 se tiene la interpretación del VAN, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t} \quad (30)$$

Donde,

B_t = Beneficios totales en el año t

C_t = Costos totales en el año t

$B_t - C_t$ = Flujo neto en el año t

n = número de años del horizonte de evaluación

r = Tasa social de descuento

t = año (0, 1, 2, n)

Tabla 104.
Análisis del VAN

Resultado	Significado	Decisión
VAN = 0	Los ingresos y egresos del proyecto son iguales. No existe ganancia, ni pérdida.	Indiferente
VAN < 0	Ingresos son menores que los egresos, es decir falta dinero para compensar la inversión	Rechazo
VAN > 0	Ingresos son mayores que los egresos, existe ganancia porque queda un excedente.	Ejecución

Fuente: (Hamilton & Pezo Paredes, 2005)

Egresos e Ingresos para el proyecto

Para calcular el VAN del proyecto se define primero el total de egresos e ingresos, se tiene entonces, como egreso del primer año la inversión inicial y para los demás años se tiene el mantenimiento de la obra vial, que según las recomendaciones de Arias Sánchez (2017) para una ciclovía dentro de la zona Valle de los Chillos es igual a \$40.000.

Además, para el total de ingresos o beneficios se calcula el ahorro que se tendría al dejar de utilizar el automóvil como medio de transporte y sustituirlo por el uso de un medio de transporte no motorizado, estos beneficios consisten en el ahorro por mantenimiento preventivo del vehículo; así como el consumo de combustible en un 1km de viaje, asumiendo como vehículo liviano promedio de la zona un “Chevrolet Grand vitara”. En la Tabla 105 se enlistan las reparaciones que se requieren para el mantenimiento preventivo del vehículo seleccionado, en la Tabla 106 se tiene los costos global por mantenimiento y en la Tabla 107 se muestra el consumo de combustible; en la Tabla 108 se tiene un resumen de los costos totales que se producen al conducir 1 km de recorrido; además se muestra el ahorro anual que existe si los involucrados adoptan como medio de transporte a un vehículo no motorizado, conduciendo el mismo un tramo de 1km durante 1 semana.

Tabla 105.
Reparaciones pertinentes a un mantenimiento preventivo

Ítem	Rendimiento (km)
Aceite de motor	5000
Filtro de aceite	5000
Filtro de combustible	10000
Filtro de aire	36000
Baterías	30000
Refrigerante	9000
Zapatillas	8000
Aceite de caja y corona	36000
Lavada y engrasada	3000

Tabla 106.
Costos vehiculares por mantenimiento

Ítem	Precio Unitario	Rendimiento	Costo por 1 kilómetro (\$)
Mantenimiento Preventivo	350,00	15000	0,023
Mantenimiento Cambio de neumáticos	560,00	45000	0,012
Total			0,036

Tabla 107.
Costos por consumo de combustible

Nº de kilómetros	Nº de galones	Valor por galón	Valor para 1km
644	14	1,44	0,031

Tabla 108.
Costos totales de un vehículo promedio en un año

Ítem	Costo en 1km de recorrido	Número de kilómetros recorridos por semana	Ahorro semanal	Semanas por año	Ahorro anual
Mantenimiento	0,036	1,00	0,036	52,00	1,86
Combustible	0,031	1,00	0,031	52,00	1,63
Total					3,49

Para obtener el total de beneficios en dólares se debe multiplicar el número de beneficiados por el gasto total en un vehículo promedio a lo largo de un año, debido a que este se convierte en ahorro dentro del proyecto. Según las encuestas realizadas se tiene que el porcentaje de beneficiados con respecto a la población total es del 90%, estableciendo que representa al porcentaje de la población que acepto la implementación de una ciclovía en la zona de estudio. Además, se asume que al implementar el proyecto el mismo no tendría su totalidad de aceptación inmediatamente; por este motivo se estima que inicialmente existe un ahorro correspondiente a lo recorrido entre 1 a 8 kilómetros semanales.

En la Tabla 109 se muestra los ingresos obtenidos a lo largo de los 8 km para el 90% de la población que acepta el proyecto, tomando para el análisis de sensibilidad el ahorro que resulta del 75% de la población al recorrer 4 km semanales, se asume estos valores con el fin de ser objetivos, teniendo presente que no todos los involucrados tienen vehículos por lo tanto se presume que generalmente van dos ocupantes por vehículo y que la aceptación total del proyecto se realiza paulatinamente.

Tabla 109.

Ingresos totales para el proyecto en el primer año

Porcentaje de la población total (141.495 hab.)	1 km	2 km	3km	4 km	5km	6km	7km	8 km	
5	7074,75	12339,32	24678,64	37017,96	49357,28	61696,60	74035,93	86375,25	98714,57
25	35373,75	61696,60	123393,21	185089,81	246786,42	308483,02	370179,63	431876,23	493572,84
50	70747,50	123393,21	246786,42	370179,63	493572,84	616966,05	740359,26	863752,47	987145,68
75	106121,25	185089,81	370179,63	555269,44	740359,26	925449,07	1110538,89	1295628,70	1480718,52
90	127345,50	222107,78	444215,55	666323,33	888431,11	1110538,89	1332646,66	1554754,44	1776862,22

Con toda la información se procede a realizar el cálculo del flujo efectivo, para con esto poder obtener el valor del VAN definitivo. El flujo efectivo consiste en restar los egresos de los ingresos (Tabla 110). Se debe considerar además según (Arias Sánchez, 2017) un crecimiento en los ingresos del 2,00% anual, tomando en cuenta el crecimiento de la población en el cantón de Quito y una inflación igual al 3,35% valor proyectado para el 2018 según las previsiones macroeconómicas realizadas por el Banco Central del Ecuador.

Tabla 110.
Flujo efectivo del proyecto para una proyección de 10 años

Año (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficios	0	740359,26	779968,48	821696,79	865657,57	911970,25	960760,66	1012161,35	1066311,99	1123359,68	1183459,42
Costos	0	40000,00	41340,00	42724,89	44156,17	45635,41	47164,19	48744,19	50377,12	52064,76	53808,93
Tasa de interes (r)	12%										
Inversión inicial	-2765136,94										
Flujo efectivo	-2765136,94	700359,26	738628,48	778971,90	821501,40	866334,84	913596,47	963417,16	1015934,86	1071294,92	1129650,50
Flujo efectivo/ (1+r)^t	-2765136,94	625320,77	588830,10	554456,81	522078,99	491581,66	462856,40	435801,00	410319,05	386319,69	363717,23

Se tiene entonces con una tasa de interés público del 12% un valor del VAN igual a \$ 2.076.144,75; como el resultado es mayor a 0 se considera que el proyecto es ejecutable; sin embargo también es importante analizar en qué momento el proyecto deja de ser viable, para esto en la Tabla 111 se tiene un análisis del VAN al incrementar entre un 10% hasta un 50% los egresos o costos del proyecto y disminuyendo de igual manera entre un 10% hasta un 50% los ingresos o beneficios. Se observa que el proyecto deja de ser viable económicamente al incrementar los gastos en un 40% y al mismo tiempo disminuir los ingresos en un 20%.

Tabla 111.

Análisis del VAN con variación en los ingresos y egresos

	Costo	10%	20%	30%	40%	50%
Ingreso	\$ 2.076.144,75	\$ 1.774.088,20	\$ 1.472.031,64	\$ 1.169.975,08	\$ 867.918,52	\$ 565.861,96
-10%	\$ 1.566.473,72	\$ 1.264.417,16	\$ 962.360,60	\$ 660.304,05	\$ 358.247,49	\$ 56.190,93
-20%	\$ 1.056.802,69	\$ 780.288,99	\$ 452.689,57	\$ 150.633,01	\$ -151.423,55	\$ -453.480,10
-30%	\$ 547.131,65	\$ 270.617,96	\$ -56.981,46	\$ -359.038,02	\$ -661.094,58	\$ -963.151,14
-40%	\$ 37.460,62	\$ -239.053,07	\$ -566.652,50	\$ -868.709,05	\$ -1.170.765,61	\$ -1.472.822,17
-50%	\$ -472.210,41	\$ -748.724,11	\$ -1.076.323,53	\$ -1.378.380,09	\$ -1.680.436,65	\$ -1.982.493,20

Tasa interna de retorno (TIR)

Según Fernández Espinosa (2007) el TIR de un proyecto consiste en la tasa de descuento que hace que el valor resultante de los beneficios sea igual al valor de los costos; es decir se encuentra la tasa de descuento donde el VAN se vuelva cero. Si el TIR es mayor que la tasa de interés utilizada para el cálculo del VAN (12%), entonces se elige el proyecto; además significa según el Banco de programas y proyectos de inversión pública (2013) que los recursos de la sociedad empleados tienen un rendimiento mayor al mínimo establecido. Utilizando el programa de Excel se obtiene el valor del TIR para el proyecto que es igual a 13,20%, demostrando que el proyecto emplea los recursos de la sociedad de manera óptima.

Costo-eficiencia (CE)

Este índice se obtiene de la relación entre el VAN y un indicador de eficiencia, siendo para el proyecto el porcentaje de población que aceptó la implementación del proyecto en la zona igual a 90%. Del resultado se determina que el proyecto cuesta \$ 15,83 por habitante.

$$CE = \frac{2.076.144,75 \text{ dólares}}{127345,50} = 15,83 \text{ dólares/habitante}$$

CAPÍTULO VII

7.1. Conclusiones

1. Este estudio de prefactibilidad da a conocer la importancia y validez de una infraestructura ciclística segura y de calidad como alternativa que optimice el sistema de movilidad en sectores rurales de Quito como el Valle de los Chillos; donde, existe un crecimiento considerable de ciclistas que actualmente se ven afectados por la falta de espacios públicos seguros para su circulación.
2. La implementación del proyecto a través de un análisis técnico y financiero, plantea una alternativa que tiene influencia positiva en el desarrollo sustentable del sector al solventar los problemas y necesidades actuales en la infraestructura vial de la zona, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos.
3. El proyecto se acopla a las alternativas propuestas por la mancomunidad Ilaló para complementar su sistema vial, formando parte de los objetivos: plan de movilidad rural inteligente y plan de turismo sostenible.
4. Con una población proyectada para el 2018 de 141.495 habitantes en la zona de estudio, se evidencia un crecimiento ciclista considerable reflejado por la variedad de grupos ciclísticos, que al hacer uso de las principales avenidas como son la Av. Ilaló e Intervalles recorren los distintos puntos turísticos alrededor el volcán inactivo Ilaló, teniendo entre los principales: 4 parques, 2 complejos deportivos, 1 centro turístico, 1 hostería, 1 santuario, monumento Cruz del Ilaló y 9 balnearios de fuentes termales.
5. En base al conteo manual realizado en la avenida Ilaló se tiene un TPDA igual a 6.180 veh/día y para la Avenida Intervalles se tiene un TPDA de 10.029 veh/día, ambas vías corresponden a una carretera de dos carriles de mediana capacidad (tipo C1), donde se tiene un rango de TPDA entre 1000 a 8000 veh/día, estableciendo entonces que las vías tienen una alta carga vehicular.

6. Se evidencia requerimiento de reparación vial urgente de acuerdo al estudio de campo donde se determina que la avenida Intervalles tiene un 4.46% de área afectada con 1,41% de fisuras en bloque como daño de mayor incidencia en la estructura de la vía; mientras en la avenida Ilaló se tiene una afectación total de 62,75% con presencia principalmente de daño por parche con un 24,08%.
7. De la muestra de 383 encuestas realizadas a un 88% de adultos, 9% jóvenes y 3% tercera edad, se tiene que el 90% está de acuerdo con la implementación de una ciclovía en la zona, con un 81% comprometidos a utilizar la misma en su mayoría los fines de semana, orientando su uso principalmente hacia el deporte y recreación.
8. Dentro del grupo de involucrados en el proyecto se tiene un interés común de solventar el problema principal del sector que es la dificultad de movilidad de ciclistas y peatones al implementar un sistema de movilidad con mejor infraestructura vial que garantice una circulación segura, estimule el deporte y el buen vivir; siendo las autoridades con mayor interés e influencia los GAD's y la administración zonal Valle de los Chillos.
9. Al analizar las alternativas del proyecto bajo criterios generales para su ejecución, se atribuye a la alternativa de carácter social y cultural un 76% de viabilidad y a la alternativa de carácter técnico un 84%, siendo esta como la más óptima al ofrecer un mayor beneficio se utiliza para generar la matriz de marco lógico del proyecto.
10. Las alternativas de ruta se plantean con el fin de comunicar a la mayor cantidad de puntos turísticos mencionados por los involucrados en las encuestas realizadas, tomando en cuenta que el balneario del Tingo con un 80% es el de mayor concurrencia, seguido por las termas de La Merced con un 64%, Parque Metropolitano de la Armenia 61% y Balneario de Guangopolo 48%.

11. Al evaluar las rutas para la ciclovía considerando la topografía del terreno se tiene para la alternativa 1 un terreno moderadamente ondulado con una pendiente que varía entre el 25 al 50% y para la alternativa 2 un valor del 50 al 70% que corresponde a un terreno colinado; además se tiene una pendiente máxima de ruta del 17,4% en la alternativa 1 y un 18,4% en la alternativa 2.
12. Al plantear dos rutas de ciclovía en la zona de estudio se considera a la alternativa 1 con 91% de viabilidad como la más óptima debido que presenta menor longitud de ciclovía con 22,26 km, menor impacto ambiental en la reserva ecológica Ilaló, un terreno de menor pendiente y beneficia a más personas debido a que conecta con 22 puntos turísticos.
13. El proyecto bajo normativa vigente se conforma por 10,28 km de ciclovía compartida localizada en las parroquias Guangopolo, Conocoto, Alangasí, La Merced; 3,32 km de ciclovía segregada dentro de las parroquias Guangopolo, Alangasí y Conocoto; así como de 8.66 km de ciclovía de espaldón ubicadas en las parroquias de Conocoto, Alangasí y La Merced.
14. En su mayoría la zona del proyecto está conformada por cangahua, material que se utiliza para la conformación de los 15 cm de subbase de la estructura de pavimento; para los 10 cm de base clase II se obtiene el material de la cantera de Pifo ubicada a 23,8 km con respecto al proyecto y se tiene una capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5 cm de espesor; los espesores de las capas que constituyen la estructura del pavimento se obtienen como resultado del análisis en el software DISAASHTO-93.
15. La ciclovía segregada de la Av. Intervalles consta de un sistema de drenaje longitudinal que conecta con pozos existentes y a su vez con un drenaje transversal que no interfiere con el cauce natural en cada quebrada; a su vez, la ciclovía segregada en la calle Sebastián de Benalcázar se conforma por un sistema de drenaje longitudinal que desemboca en el río San Pedro, el diseño se basa en información pluviométrica de la estación meteorológica “La Tola” y se considera además que el suelo es de tipo franco arenoso-arcilloso con drenaje moderado.

16. Al analizar la estabilidad de talud con el software GeoStudio 2012, se tiene que para un talud de corte con relación $\frac{3}{4}:1$ y un talud de relleno igual a 2:1 en la ciclovía segregada Intervalles el factor de seguridad es de 1,16 para la situación más crítica y con un talud de corte y relleno de 1:1 en la ciclovía segregada Parque de la Armenia se tiene un factor de seguridad igual a 1,26; ambos resultados son mayor a 1 por lo tanto se tiene que los taludes son estables.
17. En el proyecto se tiene un total de 292 señales regulatorias, 295 señales preventivas, 29 señales informativas, 11 semáforos y para la iluminación se prevé de 77 luminarias; se tiene además 8 parqueaderos y en la vereda de adoquinado se cuenta con barandales metálicos para la seguridad del usuario.
18. Al establecer la relación de la prefactibilidad técnica que cumple bajo normativa con el porcentaje de longitud respecto al total por cada tramo de ciclovía, se tiene un 90,51% de viabilidad técnica para el proyecto que representa 20,14 km de longitud de ciclovía.
19. Para la implementación del proyecto se requiere de una inversión inicial de 2.765.136,94 dólares para ejecutar 54 rubros; donde el tramo de ciclovía segregada Intervalles representa el mayor gasto con un presupuesto de 1.957.079,34 dólares
20. Definiendo como vehículo estándar de la zona de estudio un “Chevrolet Grand Vitara” se tiene un costo por kilómetro de \$ 0.067; si los involucrados hiciera uso de la bicicleta en vez de un vehículo motorizado tendrían a un ahorro anual de \$3,49 al recorrer 1 km semanalmente.
21. Con una inflación anual de 3,35% y un crecimiento población en el DMQ de 2%, para un periodo de vida útil de 10 años y con una tasa de interés público del 12%, se tiene un valor actual neto de \$ 2.076.144,75; considerando, además, como beneficio para el primer año el ahorro que tendrán al recorrer la ciclovía el 75% de la población 4 km semanales y como mantenimiento \$40000 anuales.

22. En base al TIR con un valor de 13,20%, se tiene que el proyecto emplea los recursos del Estado de manera óptima, lo que se refleja con un análisis de costo eficiencia de 15,83 dólares por habitante tomando en cuenta el 90% de la población interesada en el proyecto.
23. Según el análisis de sensibilidad para la variación de los ingresos y egresos el proyecto definidos mediante el cálculo del VAN, el proyecto deja de ser viable cuando los costos aumentan en un 40% y al mismo tiempo los ingresos disminuyen en un 20%.
24. La alternativa de un sistema de ciclovía propuesta en el presente proyecto para el Valle de los Chillos como respuesta a la problemática de movilidad peatonal y ciclística de la zona, resulta factible técnica y económicamente, tomando en cuenta el estudio de prefactibilidad realizado.

7.2. Recomendaciones

1.- Con el fin de obtener una mejor precisión en el diseño, es necesario que previo a la ejecución del proyecto se realice un análisis de mayor profundidad en la topografía del terreno de la zona de estudio, a través de un levantamiento con equipo topográfico.

2.- Agilizar el proceso de entrega de información por parte de las entidades públicas, facilitando el análisis y diagnóstico de la zona a través de datos claros y específicos.

3.- Incentivar por parte de las autoridades el uso de vehículos no motorizados como medio de transporte, al proponer infraestructura ciclística segura que complemente el sistema de movilidad actual.

Bibliografía

- AASHTO. (1999). *Guide for the development of bicycle facilities*. Estados Unidos: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Alcaldía Metropolitana de Quito. (2 de Febrero de 2018). *Quito cultura*. Obtenido de <http://www.quitocultura.info/venue/parroquia-la-merced/>
- Ministerio de Transporte de Obras Públicas. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Ecuador: Ministerio de Transporte de Obras Públicas.
- AASHTO-93. (2006). *AASHTO Design Procedures For New Pavements*. Bolivia: Instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos NHI.
- Acuña Leiva, R., Heernández Vega, H., Jiménez Romero, D., Zamora Rojas, J., & Loría Salazar, L. G. (2015). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica*. Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), Lanamme UCR.
- Agencia de Noticias Quito. (29 de Octubre de 2016). Alcaldía dispone balnearios y piscinas municipales gratuitos para este feriado. *Notimundo*.
- Alcaldía Metropolitana de Quito. (2015). *Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (Vol. II). Quito: Alcaldía Metropolitana de Quito.
- Álvarez Sacoto, J. A., & Calle Rivera, G. F. (2013). *Estudio de parámetros hidráulicos e hidrológicos para el dimensionamiento de obras para drenaje vial en la vía de acceso al sector La Unión en Santa Isabel-Azuay*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Amarillasinternet. (2007). *Balneario La Chorrera*. Recuperado el 02 de Febrerp de 2018, de Amarillasinternet: http://www.amarillasinternet.com/ec/quito/balneario_piscinas_chorrera_centro_turistico/balneario_la_chorrera1679018.html
- Arias Sánchez, M. A. (2017). *Estudio de prefactibilidad de una ciclovía en la autopista General Rumiñahui*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- ASSHTO. (2004). *Especificaciones AASHTO para el diseño de puentes por el método LRFD. Sección 13 Barandas*. AASHTO.
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz Udala. (2010). *Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria - Gasteiz*. ESP.

- Banco de programas y proyectos de inversión pública. (2013). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión pública*. México: Secretaría de Finanzas Gobierno del Estado de Oaxaca.
- Burbano O., N., Becerra P., S., & Pasquel S., E. (2015). *Introducción a la hidriogeología del Ecuador* (Segunda ed.). Quito: INAMHI.
- Cabrera Agila, V. M. (2015). *Estudio y diseño de la ciclovía Ballenita-San Pablo, para recreación y bienestar de los usuarios de a provincia de Santa Elena*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Cal, R., Reyes Spíndola, M., & Cárdenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones*. México: Ediciones Alfaomega S.A.de C.V.
- Cámara de la Industria de la Construcción. (2018). *Revista de la Cámara de la Industria de la Construcción*. Ecuador: Cámara de la Industria de la Construcción.
- Caracciolo Basco, M. (2000). *Guía para la capacitación de capacitadores/as. Incorporación del enfoque de género en los proyectos de desarrollo rural sostenible*. Asunción: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura .
- Carvajal , A. M. (14 de Diciembre de 2017). Consejo Metropolitano aprobó ordenaza de Movilidad Sostenible. *El Comercio*.
- Carvajal, A. M. (17 de Agosto de 2017). Obras en la avenida Ilaló, en el Valle de Los Chillos, afectan a residentes y conductores. *El Comercio*.
- Chapa Carreón, J. (2004). *Alumbrado y fotometría*. México: Limusa.
- Chuquimarca Lala, X. P., & Toaza Vinueza, S. M. (2012). *Elaboración de un proyecto de turismo en ruta: "Travesía cultural y natural por el volcán Ilaló", en la parroquia de Alangasí, del cantón Quito, provincia de Pichincha* . Quito: Universidad Central del Ecuador.
- CIDATT; Fundación Ciudad Humana de Bogotá-Colombia; TARYET. (2005). *Manual de diseño para infraestructura de ciclovías*. Lima: Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre, Fundación Ciudad Humana Bogotá y Grupo Consultor de Madrid España TARYET.
- Comunicultura. (Abril de 2016). *Comunicultura*. Obtenido de <http://comunicultura.com/wp/?p=328>

- Consejo Metropolitano de Quito. (2011). *Ordenanza No. 0172 Anexo Único Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo*. Quito: Alcaldía Metropolitana de Quito.
- Consejo Metropolitano de Quito. (2017). *Ordenanza Metropolitana que prioriza, regula, facilita y promueve la bicicleta y la caminata como modos de transporte sostenibles en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito.
- Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). (2015). *Plan estratégico 2016-2025 del subsistema metropolitanos de áreas protegidas*. Quito: Secretaría de Ambiente.
- Convenio Interadministrativo. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogotá, Colombia: Grupo técnico - Convenio 587 de 2003.
- Corea y Asociados S.A (CORASCO). (2008). *Manual para elaborar estudios de pre-factibilidad y factibilidad*. (L. Zacarías Corea, M. Zamora Rivera, & Á. J. Flores, Edits.) Managua, Nicaragua: CORASCO.
- Corro Caballero, S., & Prado Ollervides, G. (1974). *Diseño estructural de carreteras con pavimento flexible*. Instituto de Ingeniería UNAM.
- Criollo Guamán, S. M. (2018). *Estudio de prefactibilidad de una red de ciclovías en el Valle de los Chillos-etapa Conocoto*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- CROW. (2011). *Manual de diseño para el tráfico de bicicletas*. Holanda: Plataforma holandesa de infraestructura, tráfico, transporte y espacio público (CROW).
- Curipoma Heredia, S. G. (2015). *Ecología forestal de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto en el Volcán Ilaló, Pichincha, Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Domenech Gordillo, M. A., & Espinoza Barahona, A. R. (2016). *Determinación de las propiedades físico-mecánicas de los hormigones y morteros utilizando materiales pétreos de las canteras de Pifo y Pomasqui-San Antonio*. Quito: Pontífica Universidad Católica del Ecuador.
- Dr. Sandoval, W. (2013). *Principios de la Hidráulica 2*. Ecuador.
- El Comercio. (5 de Junio de 2010). Disfrute del agua en el valle de Los Chillos. *El Comercio*.
- El Comercio. (16 de Octubre de 2010). Relájese y disfrute de las termas. *EL COMERCIO*.
- El Comercio. (23 de Abril de 2011). Alangasí es otra alternativa en este feriado. *El Comercio*.
- El Comercio. (30 de Julio de 2011). Guangopolo ofrece arte y diversión. *El Comercio*.

- El Comercio. (2014). Centro activo de Ushimana pasó al Municipio. *El Comercio*.
- Empresa Eléctrica Quito S.A. (2014). *Normas para sistema de distribución parte B*. Quito: Empresa Eléctrica Quito S.A.
- EPIC Ecuador. (3 de Febrero de 2018). *Epic Ecuador*. Obtenido de <http://www.epicecuador.com/index.php/santuario-ilalo#>
- EPMMOP. (2011). *La Armenia, nuevo parque metropolitano para Quito*. Quito: Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas.
- EPMMOP. (2017). *Red de Ciclovías*. Quito: EPMMOP.
- Fernández Espinosa, S. (2007). *Los proyectos de inversión*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Fondo para la protección del Agua (FONAG). (2008). *Recuperación de la cubierta vegetal, el compromiso del FONAG*. Quito: FONAG.
- Fundación Futuro Latinoamericano . (2015). *Análisis de conflictividad del proceso de declaratoria del AIER Ilaló - Lumbisí y de la propuesta de ordenanza para la declaratoria*. Quito : FFLA.
- García Hernández, Y. C., Montoya López, N. J., & Rodríguez Hernández, D. I. (2013). *Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya*. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua.
- García Morales, A. R. (2015). *Diseño de pavimento asfáltico por el método AASHTO-93 empleando el software DISSAASHTO -93*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- García, A. (2016). *DISAASHTO-93*.
- Gobierno Parroquial de La Merced y Alangasí. (2011). *Solicitud remitida al DMQ*. Quito: Gobierno Parroquial de La Merced y Alangasí.
- Gobierno Parroquial La Merced. (2013). *Oficio GPLM -13-000495*. Quito: Gobierno Parroquial La Merced.
- Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2009). *Manual de Diseño Urbano para el Transporte Activo*. Chile: Gobierno Regional Metropolitano de Santiago.
- Grande, I., & Abascal, E. (2005). *Análisis de encuesta*. Madrid: ESIC.
- Hamilton, M., & Pezo Paredes, A. (2005). *Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.

- Heras León, M. E. (2014). *Conducción y circulación de vehículos de transporte urbano e interurbano para vías públicas*. España: Elearning.
- Heredia, V. (23 de Marzo de 2015). Los ciclistas piden más rutas seguras en Los Chillos. *El Comercio*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ciclistas-loschillos-bicicletas-movilidad-quito.html>
- ICPC. (2004). *Construcción de pavimentos de adoquines de concreto*. Colombia: Concretera Total, Instituto Colombiano de Productores de Cemento.
- INAMHI. (2015). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INEC. (2010). *Población, superficie (km²), densidad poblacional a nivel parroquial*. Quito: INEC.
- INEN. (2011). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- INEN. (2012). *Señalización vial. Parte 5. SemafORIZACIÓN. RTE INEN 004*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- INEN. (2013). *Reglamento Técnico Ecuatoriano PRTE INEN 004 Señalización Vial Parte 6. Ciclovías*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto de Desarrollo Urbano de Santa Fe de Bogotá D.C. (2002). *Plan Maestro de Ciclorutas. Manual de diseño*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Santa Fé de Bogotá D.C.
- Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C. (1999). *Manual de Diseño de Ciclorutas*. Santa fé de Bogotá, D.C.: Instituto de Desarrollo Urbano.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN. (2013). *RTE INEN 004 - Parte 6. Ciclovías*. Ecuador: Ministerio de Industrias y Productividad.
- Instituto Geológico y Minero de España. (2006). *Manual de Ingeniería de Taludes*. España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- International Institute for Environment and Development. (2005). *Análisis del poder de las partes interesadas*. Reino Unido: Power Tools.
- Iza, F. (17 de Enero de 2018). *Creandino*. Obtenido de <https://www.creandino.com/single-post/2018/01/17/LO-QUE-NO-SE-SOCIALIZ%25C3%2593-EN-LA-SOCIALIZACI%25C3%2593N-DE-LA-AV-ILAL%25C3%2593>

- Keller, G., & Sherar, J. (2008). *Ingeniería de caminos rurales. Guía de campo para las mejores prácticas de gestión de caminos rurales*. México: Instituto México del Transporte.
- Mamani Layme, O. (2002). *Análisis de precios unitarios*.
- Mancomunidad Ilaló. (2013). *Documento Políticas Públicas Mancomunidad Ilaló*. Quito: Mancomunidad Ilaló.
- Metalesa Seguridad Vial. (2018). *Barandillas de acero*. España: Metalesa S.A.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *Cangahua Ecuador*. Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. (2015). *Norma 52 -IC Drenaje superficial de la instrucción de carreteras*. . España: Ministerio de Fomento.
- Ministerio de Transporte de Obras Públicas. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Ecuador: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- Ministerio de transporte y obras públicas. (2013). *Programa de inversión mantenimiento por nivel de servicio*. Ecuador: Subsecretaria de Obras Públicas .
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP*. Ecuador: Subsecretaria de Infraestructura del Transporte.
- Ministerio del Transporte y Obras Públicas. (2014). *Continúa la construcción de ciclovías en todo el país como alternativa para impulsar el transporte no motorizado*. Quito: MTOP.
- Miranda Miranda, J. J. (2010). *Gestión de Proyectos*. Bogotá: MMEditores.
- MOP. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Ecuador: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOP).
- Morales Sosa, H. A. (2006). *Ingeniería Vial I*. República Dominicana: INTEC.
- MTOP. (2013). *Ley de caminos*. . Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).
- Mulder, K. (2007). *Desarrollo sostenible para ingenieros*. España: Ediciones UPC.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el Plan Metropolitano de Desarrollo Territorial (PMOT)*. Quito: Secretaría de Movilidad.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2008). *Manual de aceras*. Quito: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial (DMPT) y la Empresa de Desarrollo Urbano de

Quito (EMDUQ), Dirección Metropolitana de Transporte (DMT), Empresa Municipal de Movilidad y Obras Públicas (EMMOP-Q) y la Corporación Vida para Quito.

Muñoz Rodríguez, J. C. (2017). *Procesos de trazados de carreteras y vías urbanas*. España: ELEARNING S.L.

National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2011). *Urban Bikeway Design Guide*. USA.

NTE INEN 2496. (2009). *Tapas para usos en pozos y redes subterráneas. Rejillas de alcantarillado. Requisitos e inspección*. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 488. (1987). *Adoquines. Requisitos*. Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana de Normalización.

NTE INEN 860. (2011). *Áridos. Determinación del valor de la degradación del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles*. Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana de Normalización.

Oleas Mogollón, D., & Albornoz Barriga, M. B. (2015). La bicicleta y la transformación del espacio público en Quito (2003-2014). *Letras vedes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 21.

Ordenanza 172 . (2011). *Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo* . Quito: Distrito Metropolitano de Quito.

Ortegón, E., Pacheco, J., & Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Chile: Naciones Unidas CEPAL.

Pachacama Caizaluisa, N. J. (2015). *Caracterización de cangahua mediante ensayos triaxiales no consolidados-no drenados (uu) y consolidado no drenado (cu) aplicación a la estabilidad de taludes*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Paguay, G. (23 de Marzo de 2015). Los ciclistas piden más rutas seguras en Los Chillos. *El Comercio*.

Pallero, D. (17 de Agosto de 2017). Obras en la avenida Ilaló, en el Valle de Los Chillos, afectan a residentes y conductores. *El Comercio*.

Patño Guallichico, R. M. (2016). *Sistematización del proyecto cultivo y cosecha de agua de lluvia de mujeres tierra nueva, comuna de Guantugloma, parroquia La Merced, cantón Quito*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.

- Pinto Alvaro, N., Fuentes, F., & Alcivar, D. (2015). *La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas*. (G. Endara, Ed.) Quito, Ecuador: Friederich Ebert Stiftung.
- Puentes Montañez, G. A. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos agropecuarios*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Quimbiulco Quisaguano, M. E. (2013). *Estudio para la creación de un hotel ubicado en la parroquia de La Merced, cantón Quito, provincia de Pichincha*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Quintana Males, M. E. (2013). *Creación de una revista informativa turística para la parroquia La Merced*. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Comunicación Social.
- Rodríguez Porcel, M., Pinto, A. M., Páez, D., Ortiz, M. A., Buis, J., Gonzáles, L., & Márquez, J. C. (2017). *Como impulsar el ciclismo urbano: recomendaciones para las instituciones de América Latina y el Caribe*. Colombia: Banco Interamericano de Desarrollo; Universidad de los Andes de Colombia; JB Mobility. Sustainable Solutions.
- Sanchez Flores, E. (2016). *Utilización del arte como instrumento de integración, sensibilización ambiental y revitalización cultural para promover la activa participación de los habitantes en la recuperación ambiental del Volcán Ilaló en la ciudad de Quito – Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Secretaría de Ambiente. (19 de Febrero de 2018). *Secretaría del Ambiente*. Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec>
- Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP). (14 de Marzo de 2018). *Sistema Oficial de Contratación Pública*. Obtenido de <https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/>
- Stierling, G. (2009). *Las ciclovías recreativas en el mundo*. Bogotá: Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte.
- Taller de diagnóstico GADP. (2010). *Diagnóstico Guangopolo*. Quito: Parroquia Guangopolo.
- Termas de La Merced. (2 de Enero de 2018). *Termas de la Merced*. Obtenido de <https://www.termasdelamerced.com/>
- Universidad Católica Andrés Bello. (2007). *Revista de Ingeniería TEKHNE*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello Facultad de Ingeniería.
- Universidad de Costa Rica. (2015). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para costarica*. Costa Rica: Programa de infraestructura del transporte; Unidad de Seguridad Vial y Transporte.

- Velasco Arévalo, A. (2005). *Evaluación de impacto del Proyecto "Ciclopaseos Mensuales de Integración" en la ciudad quiteña*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Villamontes. (2002). *Análisis de precios unitarios*. Panamá.
- Villón Béjar, M. (2005). *Diseño de estructuras hidráulicas*. Lima-Perú: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Zúñiga, J. (2015). *Metodología aplicada para el diseño de depósitos*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.