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 UNA RED DE CICLOVÍAS EN EL VALLE DE LOS CHILLOS – ETAPA CONOCOTO

AUTOR: CRIOLLO GUAMÁN, STALIN MISAEL

TUTOR: ING. ROBALINO BEDÓN, CAROLINA

SANGOLQUÍ

2018

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

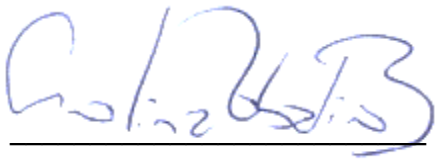
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA RED DE CICLOVIAS EN EL VALLE DE LOS CHILLOS-ETAPA CONOCOTO**" fue realizado por el señor **CRIOLLO GUAMÁN STALIN MISAEL**, 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 las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 06 de marzo del 2018

Firma:



Ing. Carolina Robalino Bedón

DIRECTORA

C.C:1716283542

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

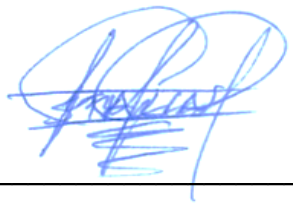
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CRIOLLO GUAMÁN STALIN MISAEL**, declaro que el contenido, ideas y criterio del trabajo de titulación: "**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA RED DE CICLOVIAS EN EL VALLE DE LOS CHILLOS-ETAPA CONOCOTO**" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 06 de marzo del 2018

Firma:



Criollo Guamán Stalin Misael

C.C: 172606496-5

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN

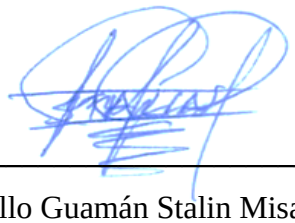
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **CRIOLLO GUAMÁN STALIN MISAEL**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA RED DE CICLOVIAS EN EL VALLE DE LOS CHILLOS - ETAPA CONOCOTO**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 06 de marzo del 2018

Firma:



Criollo Guamán Stalin Misael

C.C: 172606496-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por permitirme cumplir este sueño en mi vida y darles esta felicidad a mis padres.

A mis padres por confiar en mi desde que inicie la carrera hasta la culminación de la misma con este trabajo, este es el fruto de todo su esfuerzo.

A mis hermanos esperando motivarlos a que cumplan sus sueños y que siempre estaré apoyándolos.

A mis segundos padres (Tíos) por confiar en mí y siempre brindarme su apoyo desde niño.

A mi primo hermano que siempre me ha motivado a seguir adelante y quien me incentivo a seguir esta hermosa carrera.

A Angélica por haberme brindado su cariño y apoyándome siempre para alcanzar esta meta, y aunque no pudimos cumplirla juntos sé que desde el cielo está observándome.

Los quiero mucho.
Stalin

AGRADECIMIENTO

Principalmente mis agradecimientos van dirigidos a quienes hicieron posible este objetivo:

A Dios por cuidarme siempre y ponerme en el camino a personas que me han dejado muchas enseñanzas y experiencias.

A mi madre por su esfuerzo diario durante toda la carrera y en la realización de la tesis, pendiente de que no me falte nada y acompañándome a las visitas de campo.

A mi padre por su esfuerzo a lo largo de todo este proceso y por apoyarme siempre pese a que hemos tenido diferencias tenemos la capacidad de superarlas.

A mi hermana Mery por creer siempre en mí, dándome muchos consejos y palabras de aliento cuando más lo necesito.

A mi hermano Jensy por creer en mí y suplir mi lugar en la casa cuando estoy ausente.

A mis segundos padres que son mis tíos por siempre acogerme en su hogar como un hijo más, confiando en mí, dándome consejos y palabras de aliento.

A mi primo Mauricio, más que mi primo mi hermano, quien me ha ayudado antes y durante la carrera.

A mi Amada Angélica por acompañarme en gran parte de la carrera, quien siempre con sus consejos me incentivaba a cumplir mis sueños y quien siempre quiso lo mejor para mí, aunque hoy no me acompañe físicamente sé que siempre estará guiándome desde el cielo.

A la Ing. Carolina Robalino por su paciencia en la realización de este trabajo y por sus palabras de aliento cuando más lo necesite.

A todos mis amigos que he hecho a lo largo de la carrera quienes han creído en mí y han aportado con un granito de arena, en especial a Danilo que siempre ha estado en las buenas y en las malas.

A todas las personas que han aportado ya sea con una voz de aliento o con consejos a lo largo de toda la carrera.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD iii
AUTORIZACIÓN iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
ÍNDICE DE CONTENIDO vii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS xiv
RESUMEN xx
ABSTRACT xxi
CAPÍTULO I 1
GENERALIDADES 1
1.1 ANTECEDENTES 1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 5
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 5
1.4 UBICACIÓN 7
1.5 HIPOTESIS 7
1.6 OBJETIVOS 8
1.6.1 Objetivo general 8
1.6.2 Objetivos específicos 8
1.7 METAS 8
1.8 METODOLOGIA 9
1.8.1 Trabajos de campo 9
1.8.2 Trabajos de oficina 10
CAPÍTULO II 12
MARCO TEÓRICO 12
2.1 CICLOVÍA 12
2.2 BENEFICIOS DE UNA CICLOVÍA 12
2.3 TIPOS DE CICLOVÍAS 13

2.3.1 Ciclovía Recreativa 13
2.3.2 Ciclovía Permanente 13
2.4 DISEÑO DE UNA CICLOVÍA 14
2.4.1 Dimensionamiento básico de una ciclovía 16
2.4.2 Dimensionamiento conjunto bicicleta-ciclista y de la vía de circulación 17
2.4.3 Espacio de resguardo. 18
2.4.4 Espacio de resguardo frente a elementos continuos y discontinuos. 19
2.4.5 Espacio de resguardo frente a estacionamientos 19
2.4.6 Espacio para carriles compartidos 20
2.4.7 Velocidad de circulación 21
2.4.8 Espacios de resguardo con bordillos. 21
2.5 LA CICLOVÍA COMO UN PROYECTO SOCIAL 22
CAPÍTULO III 24
3.1 ANÁLISIS DE IDEA 24
3.1.1 Identificación del Problema 24
3.1.2 Árbol de problemas a nivel de idea 29
3.1.3 Árbol de objetivos 30
3.1.4 Análisis de involucrados a nivel de idea 30
3.1.5 Normativas de respaldo 33
3.1.6 Diseño 44
3.1.7 Interés del proyecto 44
3.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD 45
3.2.1 Análisis de involucrados 45
3.2.2 Matriz de involucrados 61
3.2.3 Estrategias 63
3.2.4 Cuadro de involucrados 72
3.2.5 Árbol de problemas 81
3.2.6 Árbol de objetivos 82
3.2.7 Análisis de alternativas 83
3.2.8 Matriz de marco lógico 87

CAPÍTULO IV - ANÁLISIS TÉCNICO 91
4.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE RUTAS A MANERA DE IDEA 91
4.1.1 Alternativa 1 95
4.1.2 Alternativa 2 104
4.1.3 Cuadro Comparativo 110
4.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA 113
4.2.1 Levantamiento Topográfico 114
4.2.2 Tráfico 141
4.2.3 Diseño Horizontal 141
4.2.4 Diseño Vertical 159
4.2.5 Sección Típica 165
4.3 DRENAJE VIAL 167
4.3.1 DRENAJE LONGITUDINAL 167
4.3.2 Drenaje transversal 182
4.3.3 PUENTE 197
4.3.4 PUENTE AV. CHARLES DARWIN 253
4.4 PROTECCIONES VEHICULARES 256
4.4.1 Ubicación 256
4.4.2 Alternativas 257
4.4.3 Protección vehicular definida 263
4.5 INTERSECCIONES 264
4.5.1 Elementos para el diseño de intersecciones 265
4.5.2 Los requisitos para una intersección 266
4.5.3 Función, forma y uso 268
4.5.4 Intersecciones reguladas con semáforos 276
4.5.5 Movimiento de ciclistas en intersecciones. 277
4.5.6 Soluciones de intersecciones por tipo de infraestructura ciclística 281
4.6 SEÑALIZACIÓN 284
4.6.1 Señalización vertical 284
4.6.2 Señalización horizontal 297

4.6.3 Dispositivos complementarios para la señalización de ciclovías 304
4.6.4 SEMAFORIZACIÓN 308
4.7 CANTIDADES Y PRESUPUESTO 313
4.7.1 Rubros y cantidades de obra 314
4.8 Análisis de sensibilidad del proyecto 324
4.8.1 Beneficios cuantificados como ingresos. 325
4.8.2 Cálculo del VAN. 326
CAPÍTULO V 331
5.1 CONCLUSIONES 331
5.2 RECOMENDACIONES 334
BIBLIOGRAFÍA 336

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Cuadro de resumen espacios de resguardo* 21
Tabla 2 *Interés de encuestados con el proyecto.* 59
Tabla 3 *Influencia de los encuestados en el proyecto.* 60
Tabla 4 *Interés vs influencia de los involucrados en el proyecto* 61
Tabla 5 *Estrategias para cada grupo de involucrados.* 63
Tabla 6 *Cuadro de involucrados.* 72
Tabla 7 *Análisis de Alternativa 1* 84
Tabla 8 *Análisis de alternativa 2.* 86
Tabla 9 *Matriz de marco lógico.* 87
Tabla 10 *Lugares turísticos de la parroquia Conocoto.* 92
Tabla 11 *Vías y Calles de Alternativa 1.* 97
Tabla 12 *Presupuesto referencial Alternativa 1.* 101
Tabla 13 *Vías y calles Alternativa 2* 106
Tabla 14 *Presupuesto referencial Alternativa 2.* 108
Tabla 15 *Cuadro comparativo entre Alternativa 1 y Alternativa 2* 110
Tabla 16 *Tipos de Terreno según la pendiente transversal.* 114
Tabla 17 *Comparación de la topografía por medio de secciones transversales.* 117
Tabla 18 *Parámetros para el diseño de ciclovías.* 143
Tabla 19 *Radios mínimos para un ángulo de inclinación de 15°.* 151
Tabla 20 *Radios mínimos para un ángulo de 20° y 2% de peralte* 151
Tabla 21 *Sobreancho de la vía según la pendiente y longitud.* 152
Tabla 22 *Sobreanchos en las curvas según el radio mínimo de curvatura.* 153
Tabla 23 *Visibilidad para ciclistas.* 154
Tabla 24 *Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades.* 155
Tabla 25 *Elementos de curva del diseño horizontal realizado.* 157
Tabla 26 *Ejemplo de aplicación de pendientes máximas.* 160
Tabla 27 *Longitud recomendable según la pendiente máxima.* 161
Tabla 28 *Elementos de las curvas verticales del diseño realizado.* 163
Tabla 29 *Longitud de descarga máxima zona rural.* 174
Tabla 30 *Longitud de descarga máxima zona urbana.* 179
Tabla 31 *Comparación del caudal hidrológico con el caudal hidráulico en alcantarillas.* 189
Tabla 32 *Caudal de la capacidad de los sumideros debido a la gradiente.* 195
Tabla 33 *Cargas de diseño según el nivel de impacto.* 202
Tabla 34 *Velocidad de circulación para ensayos según el nivel de impacto.* 203
Tabla 35 *Datos para el diseño de baranda.* 204
Tabla 36 *Materiales para el proyecto.* 205

Tabla 37 *Características geométricas de la baranda.* 205
Tabla 38 *Acero de refuerzo en la baranda.*..... 205
Tabla 39 *Geometría deducida de la baranda.* 206
Tabla 40 *Áreas de acero según el diámetro* 207
Tabla 41 *Longitudes de anclaje para cada posición.* 207
Tabla 42 *Número de Barras por cada en la baranda – mecanismo de rotura inferior zona central*..... 214
Tabla 43 *Momento Nominal cara interna – mecanismo de rotura inferior zona central*..... 215
Tabla 44 *Momento Nominal Cara externa – mecanismo de rotura inferior zona central.* 215
Tabla 45 *Momento resistente armadura horizontal – mecanismo de rotura inferior zona central*..... 216
Tabla 46 *Número de barras de acero en la zona superior - mecanismo de rotura inferior zona central* 217
Tabla 47 *Momento resistente Mc superior - mecanismo de rotura inferior zona central.*..... 217
Tabla 48 *Número de barras de acero en la zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona central.*..... 217
Tabla 49 *Momento resistente Mc inferior - mecanismo de rotura inferior zona central.* 218
Tabla 50 *Resistencia flexional y longitud crítica-mecanismo de rotura inferior zona central.* 218
Tabla 51 *Fuerza cortante resultante y resistencia al corte.* 220
Tabla 52 *Número de barras de acero en mecanismo de rotura superior.* 221
Tabla 53 *Momento Nominal cara interna - mecanismo de rotura superior zona central*..... 221
Tabla 54 *Momento nominal cara externa -mecanismo de rotura superior zona central.*..... 221
Tabla 55 *Momento Resistente de armadura horizontal-mecanismo de rotura superior zona central*..... 222
Tabla 56 *Número de barras de acero en zona superior*..... 222
Tabla 57 *Momento Resistente de armadura vertical-mecanismo de rotura superior zona central*..... 222
Tabla 58 *Resistencia flexionante y longitud crítica -mecanismo de rotura superior zona central*..... 223
Tabla 59 *Número de barras de acero-mecanismo de rotura inferior zona externa.* 223
Tabla 60 *Área de acero útil para mecanismo de rotura inferior zona externa.* 224
Tabla 61 *Momento nominal Cara interior - mecanismo de rotura inferior zona externa.*..... 225
Tabla 62 *Número de barras de acero zona superior - mecanismo de rotura inferior zona externa*..... 225
Tabla 63 *Momento Resistente zona superior - mecanismo de rotura inferior zona externa.* ... 226
Tabla 64 *Número de barras de acero zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona externa*..... 226
Tabla 65 *Momento resistente zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona externa.* 226

Tabla 66 *Resistencia flexionante y longitud crítica - mecanismo de rotura inferior zona externa* 227
Tabla 67 *Número de barras de acero mecanismo de rotura superior zona externa*. 228
Tabla 68 *Área de acero útil - mecanismo de rotura superior zona externa* 228
Tabla 69 *Momento Nominal interior - mecanismo de rotura superior zona externa* 228
Tabla 70 *Número de barras de acero zona superior - mecanismo de rotura superior zona externa* 229
Tabla 71 *Momento resistente zona superior - mecanismo de rotura superior zona externa* 229
Tabla 72 *Resistencia flexionante y longitud crítica - mecanismo de rotura superior zona externa.* 229
Tabla 73 *Área de la baranda* 231
Tabla 74 *Factor de reducción* 235
Tabla 75 *Cálculo de momento último* 235
Tabla 76 *Acero de refuerzo principal de tablero.* 236
Tabla 77 *Acero de distribución en el tablero.* 236
Tabla 78 *Acero de temperatura para tablero.* 237
Tabla 79 *Datos para el diseño de vigas.* 238
Tabla 80 *Cálculo por figuras del área e inercia de la viga metálica.* 239
Tabla 81 *Centro de gravedad e inercia de la viga.* 239
Tabla 82 *Datos para el diseño de estribo.* 245
Tabla 83 *Datos del suelo* 245
Tabla 84 *Geometría específica del estribo.* 246
Tabla 85 *Centro de gravedad del estribo.* 247
Tabla 86 *Cálculo del momento estabilizador del estribor.* 249
Tabla 87 *Armadura Principal de Estribo.* 252
Tabla 88 *Acero de distribución del Estribo* 253
Tabla 89 *Comparación de los tipos de protecciones vehiculares.* 263
Tabla 90 *Resumen de requisitos principales para las intersecciones.* 267
Tabla 91 *Señalización vertical para el proyecto* 291
Tabla 92 *Especificaciones para los separadores tipo tachón.* 306
Tabla 93 *Especificaciones de separadores tipo delineadores abatibles.* 307
Tabla 94 *Rubros para obras viales.* 314
Tabla 95 *Rubros y cantidades de obra del Proyecto.* 317
Tabla 96 *Presupuesto del proyecto.* 322
Tabla 97 *Gastos de mantenimiento del vehículo estándar.* 325
Tabla 98 *Gastos de combustible para un 1 Km.* 325
Tabla 99 *Ingresos totales generados.* 326
Tabla 100 *Cálculo del Flujo de caja y VAN.* 328
Tabla 101 *Variación del VAN según ingresos y egresos.* 329

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Persona en bicicleta dirigiéndose a su trabajo 4
Figura 2: Bicicleta como medio de transporte para retirar a niños de escuela. 4
Figura 3: Parque La Moya 4
Figura 4: Av. Gribaldo Miño, vía sin espacio para ciclistas 6
Figura 5: Parroquia Conocoto, ruta inicial 7
Figura 6*:* Bibliografía para diseño de ciclovías 14
Figura 7: Tamaño estándar de una bicicleta 16
Figura 8*:* Ciclista de frente y perfil 17
Figura 9: Dimensión mínima y recomendable para circulación de un ciclista. 18
Figura 10: Dimensiones básicas de ciclovías uni y bidireccionales segregadas con bordillos ... 18
Figura 11: Separación mínima entre ciclovías y elementos continuos y discontinuos 19
Figura 12: Separación entre estacionamientos y ciclovías 19
Figura 13: Dimensiones recomendadas para carriles compartidos, opción 1 20
Figura 14: Dimensiones recomendadas para carriles compartidos, opción 2 20
Figura 15: Jerarquía de usuarios en las vías. 23
Figura 16: Grupo Pedaleadas nocturnas en el Valle de los Chillos 25
Figura 17: Parque La Moya 27
Figura 18: Parque Metropolitano del Sur 27
Figura 19: Parqueadero de bicicletas en Administración zonal Los Chillos 28
Figura 20: Inseguridad en las vías para ciclistas. 28
Figura 21: Árbol de problemas a nivel de idea 29
Figura 22: Árbol de objetivos a nivel de idea 30
Figura 23: Clasificación por sexo. 31
Figura 24: Opinión de los encuestados a la creación de una ciclovía. 31
Figura 25: Clasificación del uso de la ciclovía. 31
Figura 26: Días en los que los encuestados utilizarían la ciclovía. 32
Figura 27: Derecho de vía. 42
Figura 28: Av. Gribaldo Miño. 43
Figura 29: Av. Lola Quintana. 43
Figura 30: Encuestas en el Parque central de Conocoto. 47
Figura 31: Encuestas en el Parque La Moya. 47
Figura 32: Clasificación por lugar donde vive- porcentaje. 48
Figura 33:Clasificación por lugar donde vive- cantidad. 48
Figura 34: Clasificación por edad-Porcentaje. 48
Figura 35: Clasificación por edad-cantidad. 49
Figura 36: Clasificación por sexo-porcentaje. 49

Figura 37: Clasificación por sexo-cantidad. 49
Figura 38: Transporte que utilizan los encuestados-porcentaje. 50
Figura 39:Transporte que utilizan los encuestados-Cantidad. 50
Figura 40: Uso de bicicleta-porcentaje..... 50
Figura 41: Uso de bicicleta-cantidad. 51
Figura 42: Frecuencia del uso de bicicleta-porcentaje..... 51
Figura 43:Frecuencia del uso de bicicleta-cantidad. 51
Figura 44: Razón por la que no usa bicicleta-porcentaje. 52
Figura 45:Razón por la que no usa bicicleta-cantidad..... 52
Figura 46: Tipo de uso que le dan a la bicicleta-porcentaje. 52
Figura 47: Tipo de uso que le dan a la bicicleta-cantidad. 53
Figura 48: Lugar de circulación en bicicleta-porcentaje..... 53
Figura 49: Lugar de circulación en bicicleta-cantidad..... 54
Figura 50: Opinión de los encuestados sobre la implementación de la ciclovía-porcentaje. 54
Figura 51: Opinión de los encuestados sobre la implementación de la ciclovía-cantidad. 54
Figura 52: Uso de bicicleta diariamente-porcentaje..... 55
Figura 53: Uso de bicicleta diariamente-cantidad..... 55
Figura 54: Uso de bicicleta fines de semana y feriados-porcentaje..... 55
Figura 55: Uso de bicicleta fines de semana y feriados-cantidad..... 56
Figura 56: Respeto hacia el peatón y ciclista-porcentaje. 56
Figura 57: Respeto hacia el peatón y ciclista-cantidad..... 56
Figura 58: Problemas que se podrían resolver-porcentaje. 57
Figura 59: Problemas que se podrían resolver-cantidad. 57
Figura 60: Posibles interesados en la ciclovía-porcentaje..... 58
Figura 61: Posibles interesados en la ciclovía-cantidad..... 58
Figura 62: Ubicación de grupo de involucrados..... 61
Figura 63: Matriz de involucrados 62
Figura 64: Árbol de problemas del proyecto..... 81
Figura 65: Árbol de objetivos del proyecto 82
Figura 66: Árbol de objetivos Alternativa 1 83
Figura 67: Árbol de objetivos Alternativa 2 85
Figura 68: Ubicación de la parroquia Conocoto..... 91
Figura 69: Ruta de la Alternativa 1..... 95
Figura 70: Perfil longitudinal alternativa 1..... 96
Figura 71: Ruta de la Alternativa 2 104
Figura 72: Perfil longitudinal de la Alternativa 2. 105
Figura 73: Prohibición de construcción con maquinaria pesada en la Alternativa 2..... 112
Figura 74: Terreno Montañoso en la ciclovía abscisas 0+000 - 3+400 m..... 115
Figura 75: Terreno ondulado en la ciclovía Abscisas 3+800 - 5+200m..... 115

Figura 76: Terreno plano en la ciclovía Abscisa 6+200 - 9+600m 116
Figura 77: Velocidad de diseño según el entorno. 142
Figura 78: Dimensiones de una bicicleta de montaña 144
Figura 79: Dimensiones de una bicicleta de turismo. 145
Figura 80: Dimensiones de una bicicleta de urbana con canastilla y parrilla con alforjas. 145
Figura 81: Dimensiones de una Bicicleta de ruta. 146
Figura 82: Dimensiones de una Bicicleta BMX. 146
Figura 83: Dimensiones de una Bicicleta pública. 147
Figura 84: Dimensiones de una Bicicleta tándem. 147
Figura 85: Dimensiones de una bicicleta con silla para niño. 148
Figura 86: Dimensiones de un triciclo de carga con caja frontal. 148
Figura 87: Radio de curvatura en función del peralte y velocidad de diseño. 150
Figura 88: Distancia de visibilidad según la pendiente y velocidad de diseño. 156
Figura 89: Pendiente máxima y deseable en base al desnivel a superar. 160
Figura 90: Pendiente aceptable en función de la longitud. 161
Figura 91: Longitudes mínimas de curva en función de la distancia de visibilidad y diferencia entre pendientes. 162
Figura 92: Sección típica para ciclovía en zona rural 165
Figura 93: Sección típica de a ciclovía en zona rural. 166
Figura 94: Sección típica de la ciclovía unidireccional. 167
Figura 95: Coeficiente de escorrentía según el tipo de cobertura vegetal y tipo de suelo 168
Figura 96: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación. 169
Figura 97: Ubicación de la zona 12. 170
Figura 98: Ecuaciones representativas de la zona 12. 170
Figura 99: Intensidad máxima en 24 horas determinadas con información pluviométrica. 170
Figura 100: Cuneta tipo para la zona rural. 172
Figura 101: Capacidad hidráulica de una cuneta triangular 172
Figura 102: Longitud en función de la gradiente zona rural. 175
Figura 103: Cuneta tipo para la zona urbana. 177
Figura 104: Longitud en función de la gradiente zona urbana. 181
Figura 105: Cuenca de la quebrada que cruza por la ciclovía. 183
Figura 106: Área y perímetro de la cuenca. 184
Figura 107: Tubo circular para alcantarillas D=0.80m 185
Figura 108: Tubo circular para alcantarillas D=2.60m. 187
Figura 109: Dimensionamiento de protecciones de alcantarillas vista lateral. 190
Figura 110: Dimensionamientos de protecciones para alcantarillas vista en planta. 191
Figura 111: Protección para alcantarilla vista en planta D=0.80m. 192
Figura 112: Vista lateral de protección para alcantarilla D=0.80m. 192
Figura 113: Protección par alcantarilla D=2.60m vista en planta. 193

Figura 114: Vista lateral de protección para alcantarilla D=2.60m. 193
Figura 115: Sumidero de rejilla en cuneta. 194
Figura 116: Ubicación de puente en perfil longitudinal de la ciclovía. 197
Figura 117: Baranda peatonal típica. 198
Figura 118: Sección típica de un puente. 199
Figura 119: Sección transversal de puente para peatones y ciclistas. 200
Figura 120: Fuerzas aplicadas en una baranda. 202
Figura 121: Baranda de hormigón armado para proyecto. 204
Figura 122: Baranda tipo para análisis. 206
Figura 123: Esquema de líneas de rotura para barandas. 208
Figura 124: Momentos desarrollados en las líneas de rotura de la cuña. 209
Figura 125: Línea de rotura para una sección extrema de baranda. 209
Figura 126: Momentos desarrollados en la línea de rotura en una sección extrema de la baranda. 210
Figura 127: Momento resistente último de una sección de hormigón armado. 212
Figura 128: Bloque de compresión rectangular equivalente al hormigón 212
Figura 129: Mecanismo de rotura inferior zona central. 213
Figura 130: Sección tipo de baranda ubicación de acero. 214
Figura 131: Mecanismo de rotura superior zona central. 220
Figura 132: Mecanismo de rotura inferior zona externa. 223
Figura 133: Mecanismo de rotura superior zona externa 227
Figura 134: Sección transversal puente. 230
Figura 135: Dimensiones de baranda de hormigón armado. 231
Figura 136: Carga muerta distribuida en software ftool. 232
Figura 137: Diagrama de cortante debido a carga muerta. 232
Figura 138: Diagrama de momentos debido a carga muerta. 233
Figura 139: Carga viva distribuida en programa ftool. 233
Figura 140: Diagrama de cortantes debido a carga viva. 233
Figura 141: Diagrama de momento debido a carga viva. 234
Figura 142: Viga metálica para puente 238
Figura 143: Carga muerta distribuida cuando la viga está sometida a cargas de montaje 240
Figura 144: Diagrama de cortante debido a carga muerta en la viga caso 1. 240
Figura 145: Diagrama de Momento debido a carga muerta en la viga caso 1. 240
Figura 146: Carga viva distribuida en la viga caso1. 240
Figura 147: Diagrama de cortante debido a carga muerta en la viga caso 1. 241
Figura 148: Diagrama de momentos debido a carga viva en la viga caso 1. 241
Figura 149: Carga muerta distribuida en la viga para el caso 2. 242
Figura 150: Diagrama de cortante debido a carga muerta en viga caso 2. 243
Figura 151: Diagrama de momento debido a carga muerta en viga caso 2. 243

Figura 152: Carga viva distribuida en viga caso 2. 243
Figura 153: Diagrama de cortante debido a la carga viva en viga caso 2. 243
Figura 154: Diagrama de momento debido a la carga viva en viga caso 2. 244
Figura 155: Predimensionamiento de estribo. 246
Figura 156: Sección tipo de estribo. 247
Figura 157: Puente de la Av. Charles Darwin. 254
Figura 158: Trabajos en el puente tipo Bailey 254
Figura 159: Nueva Sección Transversal en la Av. Charles Darwin. 256
Figura 160: Protección de hormigón armado. 257
Figura 161: Corte transversal del parapeto. 258
***Figura 162*:** Esquema de protecciones metálicas. 259
Figura 163: Dimensiones del perfil del poste metálico. 259
Figura 164: Momento del impacto de un vehículo con Roll Defender. 260
Figura 165: Funcionamiento de Roll Defender. 260
Figura 166: Redireccionamiento del vehículo después del impacto con Roll Defender. 260
Figura 167: Roll Defender triple. 261
Figura 168: Dimensiones de Roll Defender. 262
Figura 169: Detalle de protección de hormigón armado. 264
Figura 170: Intersección a desnivel entre AV. Lola Quintana y Autopista General Rumiñahui. 270
Figura 171: Intersección a desnivel Av. Lola Quintana. 271
Figura 172: Intersección Av. Lola Quintana y Av. Simón Bolívar. 272
Figura 173: Intersección Av. Ilaló y Av. Gribaldo. 272
Figura 174: Intersección Av. Simón Bolívar y Av. Eugenio Espejo. 272
Figura 175: Intersección Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Hermano Miguel. 273
Figura 176: Intersección Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Marquesa de Solanda. 273
Figura 177: Unión de la Av. Lola Quintana y Paso a desnivel. 273
Figura 178: Intersección Av. Charles Darwin y Av. Luis Felipe Borja. 274
Figura 179: Intersección Av. Luis Felipe Borja y Av. Sebastián de Benalcázar. 274
Figura 180: Intersección entre calles locales. 275
Figura 181: Intersección entre la Vía Conocoto-Amaguaña y Av. Marquesa de Solanda. 276
Figura 182: Área de espera de ciclistas en intersecciones. 278
Figura 183: Movimiento de ciclistas para girar hacia la izquierda. 279
Figura 184: Trayectoria de encruzamiento. 280
Figura 185: Intersección entre Av. Simón Bolívar y Av. Lola Quintana. 282
Figura 186: Intersección entre Av. Gribaldo Miño y Av. Ilaló 283
Figura 187: Colocación de señalización vertical. 286
Figura 188: Señal regulatoria de prioridad de paso. 287
***Figura 189**:* Señal regulatoria de movimiento y dirección. 288

Figura 190: Señal regulatoria de restricción de circulación. 288
Figura 191: Señal regulatoria complementaria. 288
Figura 192: Señal preventiva de obstáculos y situaciones especiales en la vía. 289
Figura 193: Señal preventiva complementaria. 289
Figura 194: Señal informativa de guía. 290
Figura 195: Señal informativa de servicio. 290
Figura 196: Señal informativa complementaria. 291
Figura 197: Señalización vertical en zona rural. 294
Figura 198: Señalización vertical en zona urbana. 295
Figura 199: Señalización en ciclovías unidireccionales. 296
Figura 200: Dimensiones de Símbolos en el pavimento. 299
Figura 201: Colocación de señalización horizontal. 299
Figura 202: Señalización horizontal en ciclovías bidireccionales con rebaso. 300
Figura 203: Señalización horizontal en ciclovías bidireccionales sin rebaso. 301
Figura 204: Ejemplo de señalización horizontal en el proyecto. 301
Figura 205: Señalización horizontal en intersecciones. 302
Figura 206: Señalización en ciclovías compartidas. 302
Figura 207: Ciclovía compartida en el Proyecto. 303
Figura 208: Esquema de señalización horizontal y vertical en una intersección y vías. 304
Figura 209: Separadores tipo tachón en ciclovías. 305
Figura 210: Ubicación de separadores tipo tachón en vías de trafico medio y bajo. 306
Figura 211: Separadores tipo delineadores Abatibles. 307
Figura 212: Separadores tipo delineadores abatibles en Av. Gribaldo Miño 308
Figura 213: Semáforos para vehículos motorizados. 309
***Figura 214*:** Semáforos peatonales. 311
***Figura 215*:** Anclaje de postes para semáforos. 312
***Figura 216*:** Estructura de semáforos con poste de báculo o ménsula. 313
Figura 217: Volumen de corte y relleno proporcionado por Software tipo CAD. 316
Figura 218: Distancia de la Cantera de Pintag hasta el proyecto. 317
Figura 219: Análisis de precio unitario del rubro excavación en suelo. 321
Figura 220: Inflación anual prevista. 327

RESUMEN

Al ver el apoyo que se obtuvo en el proyecto realizado en la Autopista General Rumiñahui por la Ing. Marjorie Arias, las autoridades del sector dieron gran acogida a estudios sobre la implementación de ciclovías en el Valle de los Chillos, es así como inicia el presente proyecto denominado Estudio de prefactibilidad en el Valle de los Chillos - Etapa Conocoto. Este trabajo se divide en 3 partes, la primera es un análisis de prefactibilidad donde se verifica el apoyo de las personas mediante encuestas realizadas y analizadas, para posteriormente identificar los involucrados en el proyecto que son futuros usuarios de la ciclovía; para verificar el enfoque del proyecto se realiza el análisis de la parte social y de la parte técnica que es de interés para este proyecto. La segunda parte es el análisis técnico realizado a la alternativa seleccionada de dos alternativas previamente analizadas, el análisis técnico constituye un diseño geométrico, diseño de obras complementarias, puente, señalización y la realización del presupuesto, para lo cual se tomó un ancho de ciclovía de 3m cuando es bidireccional, de 1.50m para unidireccionales y una velocidad de diseño de 30 km/h con una pendiente máxima de 10%. La tercera parte es un análisis de sensibilidad, es decir, un análisis que indica hasta qué punto es viable el proyecto, mediante el cálculo del VAN en donde, si el VAN es positivo el proyecto es viable mientras que si es negativo el proyecto deja de ser viable, para esto se debe dar el caso normal y el caso más desfavorable que se da cuando los ingresos (ahorro por mantenimiento del vehículo) disminuyen 10% anualmente y los gastos o egresos (mantenimiento de la ciclovía) aumentan en un 10%.

PALABRAS CLAVES:

- **CICLOVÍA SEGREGADA**
- **CICLOVÍA COMPARTIDA**
- **CONOCOTO.**

ABSTRACT

Seeing the support that was obtained in the project carried out on the General Highway Rumiñahui by Eng. Marjorie Arias, The sector authorities gave great welcome to studies on the implementation of bikeways in the Valle de Los Chillos, It is as well as starts this project called pre-feasibility study in the Valle de Los Chillos - Stage Conocoto. This work is divided into 3 parts, the first is a pre-feasibility analysis which verifies the support of people through surveys conducted and analyzed, to later identify those involved in the project who are future users of the bike path; To verify the focus of the project, the analysis of the social part and the technical part that is of interest for this project is carried out. The second part is the technical analysis performed on the alternative selected from two alternatives previously analyzed, the technical analysis is a geometric design, design of complementary works, bridge, signage and the realization of the budget, for which a bike path width was taken. 3m when bidirectional, 1.50m for unidirectional and a design speed of 30 km / h with a maximum slope of 10%. The third part is a sensitivity analysis, that is, an analysis that indicates to what extent the project is viable, by calculating the NPV where, if the NPV is positive, the project is viable, while if it is negative, the project stops be viable, this should be given the normal case and the worst case that occurs when the income (savings for vehicle maintenance) decrease 10% annually and expenses or expenses (maintenance of the bike path) increase by 10%.

KEY WORDS:

- **SAFE CYCLE WAY**
- **SHARED CYCLE PATH**
- **CONOCOTO.**

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La bicicleta es uno de los artefactos de invención humana para la movilidad más antiguos, empezando en el siglo XIX en Alemania el cual construyó su primer modelo construido, sin duda alguna este invento lidero una larga trayectoria de movilidad alrededor del mundo. En la actualidad se la usa como una alternativa de transporte no motorizado para desplazarse de un lugar a otro, muchas personas lo usan para dirigirse a sus trabajos, ir a estudiar o simplemente para ahorrar dinero, este tipo de transporte a tenido un gran impacto en la sociedad y en el medio ambiente ya que no contamina. (Calderon, 2015)

En Ecuador la bicicleta tuvo una gran acogida en el siglo XX en donde fue introducida, inicialmente como transporte para la correspondencia y con el tiempo se convirtió en un instrumento de recreación debido a la subida de la demanda de vehículos motorizados. Pero debido a esta gran demanda la bicicleta resurge como una alternativa de transporte ya que el congestionamiento en horas pico es muy molesto, y a la vez este medio de transporte nos ahorra tiempo y dinero. En la actualidad, la bicicleta intenta integrarse como opción para circular en la ciudad, en un momento en el que el sistema de transporte de las principales urbes del país atraviesa por etapas de saturación, congestión e ineficiencia operativa, con sus consiguientes impactos sociales, ambientales y económicos. Como iniciativa se dio en la ciudad de Quito cuando en 2003 se llevó a cabo el seminario-taller “Ciclovías para Quito” que contó con el respaldo del alcalde de ese período, Paco Moncayo. De este taller, surgió la idea de propiciar un ciclopaseo. La gran

acogida que tuvo el mismo posteriormente ha marcado la forma de percibir a la bicicleta en la ciudad y ha repercutido en la visión de la movilidad en el resto del país. (Nataly, Frank, & David, 2015).

Debido a que existe mucha demanda de personas que utilizan la bicicleta diariamente y que están de acuerdo en utilizar este medio de transporte el gobierno a través del Ministerio de Transporte y Obras públicas realizan el proyecto denominado "Plan Nacional de Ciclovías" el cual ya ha realizado muchas obras a nivel nacional, algunas están en ejecución y otras en estudio se las mencionará con más detalle en el Capítulo II.

Es curioso que en ciudades como Quito ya posee de ciclovías y también tiene algunas en estudio pero nadie se había puesto a pensar en el sector del Valle de los Chillos en donde se ha constatado que existe una gran demanda de personas que son usuarios de las ciclovías y esto se lo puede evidenciar en una entrevista dada al diario la Hora en el año 2012 del señor José Navarrete, encargado del área de deporte de la Administración zonal Los Chillos en donde explica que "actualmente las bicicletas no pueden ser utilizadas como medio de transporte en el Valle de los Chillos porque no existe la infraestructura necesaria y las distancias son muy amplias como para cubrirlas con este transporte". Se han realizado varias iniciativas como el ciclopaseo por la avenida Ilaló, el menciona que no tuvo un efecto positivo debido a una alta cantidad de vehículos que transitaban por el lugar. Esto, porque durante los fines de semana hay un incremento de automotores en la zona, ya que los turistas aumentan en las parroquias del sector como El Tingo. "La alternativa son los parques, como El Tingo y La Moya, que tienen pistas internas y que pueden ser utilizados por los ciclistas. Además, hay clubes de ciclismo que se organizan para hacer

recorridos. También se está estudiando un proyecto para unir los parques con ciclovías exclusivas", explica Navarrete.

(Arias, 2017), realizó el proyecto de Prefactibilidad de una Ciclovía en la Autopista General Rumiñahui, para lo cual realizó encuestas a 386 personas de las cuales el 70% presento entusiasmo a la iniciativa y mencionaron que SI a la creación de una ciclovía, que brinde seguridad y el espacio suficiente para la demanda de movilidad diaria que se les presenta.

La parroquia Conocoto no es la excepción y existe muchas personas que usan la bicicleta ya sea como recreación, como medio de transporte para ir a sus trabajos (Figura 1), a sus lugares de estudio, ir a dejar a sus hijos en centros educativos como se indica en la Figura 2. Como no hay vías exclusivas para el uso de bicicletas las personas tienden a concurrir a lugares como el parque La Moya (Figura 3) o a el parque Metropolitano del Sur que son lugares que tienen un espacio dedicado para los ciclistas y que de paso da lugar al turismo del sector, es por esto que este proyecto está dirigido a personas que usan a la bicicleta como medio de transporte para así proporcionales un espacio seguro para que transiten más tranquilamente y así más personas se unan a este proyecto, cabe recalcar que la ciclovía no se va a realizar desde cero sí que va a tomar vías existentes y de menor tráfico vehicular y a la vez también se va a adecuar y diseñar elementos que hagan falta en la ciclovía. El proyecto busca una movilidad sustentable y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia para ayudar con el objetivo del estado que es el Buen Vivir.

Figura 1: Persona en bicicleta dirigiéndose a su trabajo

Figura 2: Bicicleta como medio de transporte para retirar a niños de escuela.

Figura 3: Parque La Moya

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La parroquia Conocoto se encuentra ubicada a 11 km del centro de Quito y se encuentra limitada por: Amaguaña, el cantón Rumiñahui, Cumbayá. Por ende, sus vías principales sirven de acceso a los lugares mencionados, debido a esto en el sector existe un alto tráfico por lo que se ha buscado varias alternativas para la disminución de este tráfico y una de estas es la creación de una ciclovía ya que ayudará al uso de la bicicleta como un medio de transporte. Además, por el momento este sector no cuenta con una zona para la circulación con bicicletas y cuenta con poquísimas zonas para la circulación peatonal segura, prácticamente la movilidad en este sector es por medio de automóviles o simplemente las personas prefieren quedarse en casa. Por estas razones se propone como una alternativa la creación de una ciclovía en el sector que ayudará a la disminución de tráfico, contaminación ambiental y dará muchos beneficios a las personas que habitan en esta parroquia.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La parroquia Conocoto según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), actualmente tendría una población proyectada de 96915 habitantes de los cuales la mayoría de estas personas usan medios de transporte motorizados ya sean propios o buses de transporte público, a más de eso esta parroquia sirve como conexión a otros sectores como Amaguaña, Sangolquí, San Rafael, por estas razones existe un volumen alto de vehículos en circulación y por ende un alto tráfico.

Se ha buscado alternativas para la reducción del tráfico como por ejemplo en la vía Loma de Puengasí-Conocoto o más conocida como la vía antigua a Quito a cuál cuenta con 3 carriles, se

implementó horarios de horas pico en las cuales en la mañana se habilita 2 carriles para el viaje a Quito y uno de retorno, el otro horario es en la tarde en donde se habilitan dos carriles para el retorno al Valle y uno para el viaje a Quito. También es cierto que este sector es solo para automotores ya que no cuenta con zonas para la circulación de peatones y menos para la circulación de bicicletas como se muestra en la figura 4, es por estas razones que se presenta el proyecto "Estudio de Prefactibilidad de una red de ciclovías en el Valle de los Chillos – Etapa Conocoto" con el fin de reducir el tráfico e incentivar a que las personas usen la bicicleta como medio de transporte, y así reducir la contaminación, incentivar al deporte y turismo, mejorando la calidad de vida y al buen vivir .

A la vez Arias (2017), en los resultados de encuestas que realizó mostró que el 70% de personas a las que se encuestó mostraron entusiasmo por el proyecto y apoyaron al mismo, además realizó entrevistas a los involucrados en la implementación del proyecto de donde indica que la Administración Zonal del Valle de los Chillos que tiene por coordinador al Msc. Santiago Cáceres mostró el interés de implementar ciclovías de varios tipos en las parroquias que dirige, quien a su vez emitió una carta en donde indica el gran interés sobre este proyecto en la parroquia de Conocoto.

Figura 4: Av. Gribaldo Miño, vía sin espacio para ciclistas

1.4 UBICACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se optó por realizar una ciclovía que una los principales lugares turísticos de la parroquia Conocoto así la ciclovía iniciará en el parque Metropolitano del Sur y se espera la llegada en el parque Conocoto junto a la Iglesia.

Figura 5: Parroquia Conocoto, ruta inicial
Fuente: Google maps

Tomando siempre en cuenta que las vías a usarse no sean de alto tráfico y que puedan ser usadas con mayor frecuencia por transportes no motorizados.

1.5 HIPOTESIS

La prefactibilidad técnica y económica de la ciclovía dará beneficios como: optimización del tiempo de llegada dentro de la ciudad, disminución del tráfico, disminución de la contaminación ambiental e incentivo al deporte.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

- Realiza el estudio de prefactibilidad de una red de ciclovías en el Valle de los Chillos, específicamente en la parroquia Conocoto.

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar alternativas de rutas de la ciclovía.
- Realizar un estudio de prefactibilidad de la ciclovía en la parroquia Conocoto.
- Determinar los parámetros necesarios para un diseño funcional.

1.7 METAS

- Realización de encuestas a posibles usuarios de acuerdo al tamaño de la muestra requerida con el fin de medir las posibilidades de éxito o fracaso de la implementación de la ciclovía en la parroquia Conocoto perteneciente al Valle de los Chillos.
- Presentación de alternativas de diseño de una ciclovía como una opción de recreación, y disminución del tráfico, para los ciudadanos de la parroquia Conocoto del Valle de los Chillos y sectores aledaños.
- Diseño cada elemento y componente de la ciclovía utilizando todas las normas vigentes tanto nacionales como internacionales.
- Demostración de la vialidad técnica y la disposición de recursos para la ejecución del proyecto**.**

- Presentación diseño final al gobierno encargado de la ubicación del proyecto y motivarlo a la construcción del mismo.

1.8 METODOLOGIA

Para el presente proyecto se realizó dos tipos de trabajos que son: trabajo de campo y trabajo de oficina los mismos que se describen a continuación.

1.8.1 Trabajos de campo

Dichos trabajos se los realiza en el lugar donde está ubicado el proyecto con el objetivo de definir en primera instancia las posibilidades de realizar el mismo y la aceptación que tendría.

- **Aceptación por parte de las autoridades:**

Para la aceptación de este proyecto se realizó una petición a la Administración Zonal Los Chillos indicando la importancia de este proyecto para los mismo, la cual tuvo una favorable respuesta por parte del Msc. Santiago Cáceres administrador de la misma.

- **Encuestas:**

Con el objetivo de saber cuál es el interés y aceptación del proyecto para los habitantes del sector, visitantes, turistas y personas que trabajan en esta parroquia, se procede a realizar encuestas en donde las respuestas más importantes son: si están o no de acuerdo con la implementación de una ciclovía en esta Parroquia, para dichas encuestas se calculó un tamaño de la muestra la cual dio como resultado 322 personas y esto gracias a que en el trabajo previo de Arias (2017), tuvo

como resultado un 70% de personas que dieron respuesta favorable lo que hizo que el tamaño de la muestra sea menor, en el capítulo III se presenta con más detalle las encuestas.

- **Observación:**

Este tipo de investigación tiene como objetivo el indicar el estado actual del lugar donde está ubicado el proyecto, identificar limitantes y a la vez comprobar aquello que se tiene en datos informáticos como son: planos, perfiles transversales del lugar entre otros, de acuerdo a la realidad e identificar qué tipo de trabajos tendrían que realizarse al momento de la construcción de la ciclovía. A la vez nos sirve para identificar los tipos de usuarios que tendría esta ciclovía ya que se observó a personas que llevan a sus hijos a centros educativos e igual a retirarlos, haciendo deporte, dirigiéndose a sus trabajos o simplemente paseando lo cual da una idea hacia que personas debe ir dirigido este proyecto.

1.8.2 Trabajos de oficina

Los trabajos de oficina que se realizaron son:

Obtención de bibliografía sobre este proyecto como pueden ser tesis realizadas, trabajos realizados dentro y fuera del país, así como también normas técnicas existentes en nuestro país y otros países para así poder tomar alternativas en la ruta y diseño de la ciclovía. Y a la vez se obtuvo datos importantes para el proyecto como son la población del lugar, el área que tiene con la ayuda de los sitios web de entidades como Administración zonal Los Chillos, el Instituto de estadísticas y censos (INEC), entre otros.

Se procesaron los datos de las encuestas sacando así el porcentaje de personas a favor del proyecto.

El diseño de la ciclovía se la realiza a partir de la topografía actualizada proporcionada por el Ing. Oswaldo Padilla, se procede a realizar la planimetría e identificación de zonas urbanas y zonas con limites naturales a lo largo del recorrido, se elaboró perfiles longitudinales y transversales con el fin de realizar el diseño horizontal y vertical, todo esto con la ayuda de programas computacionales como son AutoCad 2015, AutoCad Civil 3D 2015 y Arcgis 10.3. Vale recalcar que todo se comprobó con visitas al lugar para que todo tenga concordancia entre los planos y lo real.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CICLOVÍA

Es un término genérico que se da a cualquier calle, acera, sendero, o camino que haya sido de alguna manera específicamente diseñado para la circulación en bicicleta y que está separada físicamente tanto del tráfico motorizado como del peatonal. (INEN, 2013).

2.2 BENEFICIOS DE UNA CICLOVÍA

El Ministerio de Transporte y Obras públicas (MTOP M. d., 2012) en el trabajo "Ciclovías una nueva alternativa de transporte no motorizado", menciona los siguientes beneficios.

- El tiempo de traslado se reduce. En distancias menores a 10km el uso de bicicletas es más eficiente que un automóvil.
- Ayuda a la recreación ya que andar en bicicleta y utilizar las ciclovías permite una interacción estimulante con el medio que nos rodea.
- Es un medio de transporte amigable con el ambiente ya que no necesita de combustibles fósiles.
- Incentiva al deporte ayudando que las personas se mantengan con buena salud y ejerciten su cuerpo.
- E incluso puede generar más fuentes de empleo y espacios sociales (MTOP, 2012)

2.3 TIPOS DE CICLOVÍAS

En nuestro país se consideran dos tipos generales de ciclovías: ciclovía recreativa y ciclovía permanente.

2.3.1 Ciclovía Recreativa

Es aquella en la cual se cierra temporalmente el paso vehicular en una determinada calle o sector, y se la habilita para aquellos ciudadanos disfruten de un sitio seguro y gratuito para realizar deporte y actividades recreacionales, se desarrolla un día fijo a la semana en la capital lo hacen los Domingos, puede tener una duración de 6 a 8 horas. (Duque, 2015)

2.3.2 Ciclovía Permanente

Son ciclovías que siempre están a disposición de los ciudadanos y no se la utiliza solo por motivos recreacionales, es decir, se la usa como un medio de movilización alternativo para el uso de vehículos no motorizados. (Duque, 2015)

El MTOP tiene como meta principal contribuir al incremento de espacios públicos destinados a la movilidad no motorizada a través de la incorporación de ciclovías y sendas peatonales en caminos y vías de competencia del Estado. Es así que dentro de la ciclovías permanentes se construyen dos tipos (MTOP M. d., 2012).

2.3.2.1 Ciclovías segregadas:

Son de uso exclusivo para bicicletas, se encuentran apartada de la circulación del tránsito motorizado, sin embargo, pueden ser diseñadas dentro del trazado de la vía. Cuando es unidireccional, su ancho varía entre 1.20 y 1.50 metros y si es bidireccional, entre 2.50 y 3m. (MTOP, 2012)

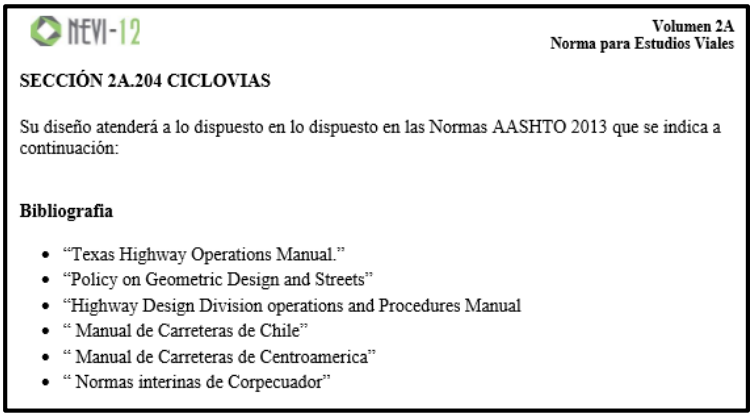
2.3.2.2 Ciclovías en espaldón:

Este tipo de ciclovías son de uso exclusivo de bicicletas, separado del tráfico vehicular mediante señalización y que es parte de la calzada, su ancho mínimo es de 1.20 y el máximo es de 2.50 metros. Cabe recalcar que este tipo de ciclovías debe tener una señalización adecuada para así alertar a los conductores de vehículos motorizados sobre la presencia de ciclistas y promover una adecuada convivencia vial entre todos los usuarios de las vías. (MTOP, 2012)

En nuestro proyecto al ser una propuesta de ciclovía como una alternativa de movilización se opta por la ciclovía permanente la cual se usaría no solo como recreación si no como medio de transporte para las personas que usen vehículos no motorizados, es por esto que se enfocara el proyecto en ciclovías permanentes sea esta de espaldón o segregadas.

2.4 DISEÑO DE UNA CICLOVÍA

En la Ecuador tenemos normativas para vías como es la NEVI 2012 donde se recomienda que para ciclovías se use las normas internacionales como la AASHTO y proporciona más bibliografía (figura 6).


NEVI-12

Volumen 2A
Norma para Estudios Viales

SECCIÓN 2A.204 CICLOVIAS

Su diseño atenderá a lo dispuesto en lo dispuesto en las Normas AASHTO 2013 que se indica a continuación:

Bibliografia

- "Texas Highway Operations Manual."
- "Policy on Geometric Design and Streets"
- "Highway Design Division operations and Procedures Manual
- " Manual de Carreteras de Chile"
- " Manual de Carreteras de Centroamerica"
- " Normas interinas de Corpecuador"

Figura 6: Bibliografía para diseño de ciclovías
Fuente: (MTOP M. d., 2012)

Es necesario mencionar que la para la realización de las ciclovías en el Distrito Metropolitano de Quito se usaron normativas peruana-colombiana (MANUAL DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURAS DE CICLOVÍAS), debido a que esta normativa se la realizo para que sea utilizada a nivel internacional, pero hay que recordar que cada lugar tiene sus necesidades o características únicas a las cuales el diseñador debe acogerse. (Mesias, 2014)

Es por eso que en el país existe las normas INEN que también presentan recomendaciones que se deben seguir.

El gobierno de Chile específicamente de la ciudad de Santiago (Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, 2015), en un informe da recomendaciones generales para la circulación de ciclistas las mismas que se mencionan a continuación:

- La bicicleta es un vehículo, por lo que el espacio de circulación debe estar dentro de la calzada y no en la acera.
- Los ciclistas deben circular en el mismo sentido que los automóviles, a menos que exista infraestructura específica que permita el doble sentido o contraflujo.
- Los ciclistas deben circular por el lado derecho de la calzada, junto con el resto de los vehículos de menor velocidad.
- Los conductores de vehículos motorizados deben otorgar preferencia a los ciclistas en el uso de la vía.
- El concepto de espacio compartido debe ser aplicado en las vías donde no sea necesario un espacio exclusivo para la circulación del ciclista.

Según la Municipalidad Metropolitana de Lima en 1994, para el diseño de ciclovías se debe tener en cuenta principalmente las siguientes consideraciones (MML, 1994):

- Un adecuado ancho, para la circulación de los ciclistas, tanto en un sentido, como en doble sentido.
- Garantizar que los peatones, ciclistas y automovilistas se perciban oportunamente unos a otros con suficiente tiempo y espacio.
- Señales claramente legibles y ubicadas apropiadamente de tal forma de facilitar las maniobras y garantizar la seguridad de circulación sobre la vía.
- Compatibilizar las velocidades de circulación en aquellos tramos de la vía en los que se encuentren los diferentes tipos de usuarios.
- Minimizar los tiempos de espera y recorridos.

2.4.1 Dimensionamiento básico de una ciclovía

Para determinar el espacio necesario para la circulación en bicicleta, se debe considerar el tamaño del vehículo y el espacio necesario para el movimiento del ciclista, es decir el conjunto cuerpo-vehículo; así como el desplazamiento durante el pedaleo. (MML, 1994)

La bicicleta convencional o típica tiene las dimensiones señaladas en la siguiente figura.

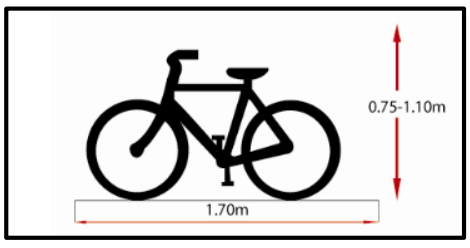


Figura 7: Tamaño estándar de una bicicleta
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.2 Dimensionamiento conjunto bicicleta-ciclista y de la vía de circulación

Como primera referencia se consideran las dimensiones que presentan el conjunto bicicleta y ciclista. El ancho del conjunto bicicleta-ciclista varían entre 0.75m y 1.0m y la altura fluctúa entre 1.70 y 1.90 metros. (INEN, 2013)

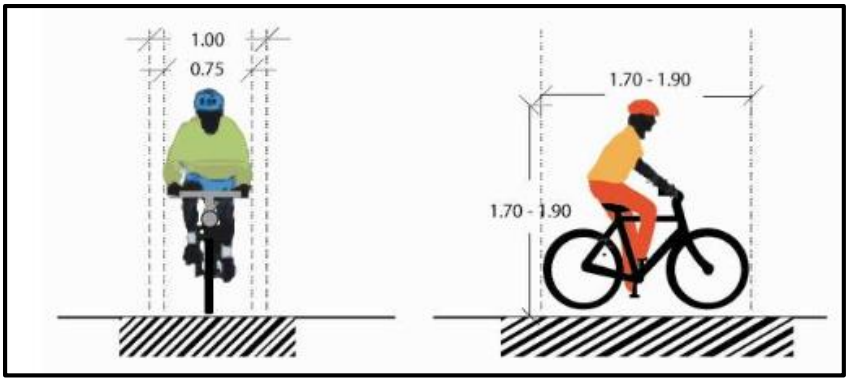


***Figura 8**:* Ciclista de frente y perfil
Fuente: (INEN, 2013)

Las vías de un solo sentido de circulación para bicicletas deben tener un ancho mínimo de 1.20 para permitir la circulación cómoda de una persona, aunque en estas no se pueden efectuar adelantamientos. Para poder circular en paralelo o facilitar adelantamiento y para realizar estas maniobras aquí como ancho recomendable de vía. (INEN, 2013)

La sección de una vía para bicicletas de dos sentidos de circulación debe tener como mínimo 2,20 m de ancho, pero para aumentar la comodidad y la seguridad de los ciclistas la sección debe ser igual o mayor a 2,50 m. (MML, 1994)

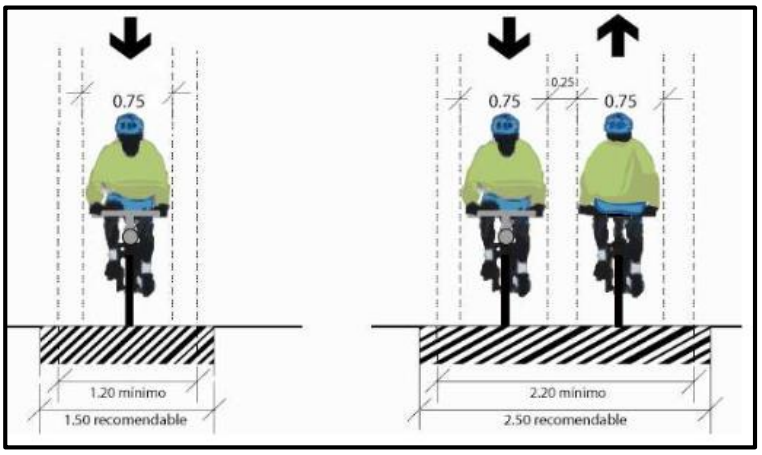


Figura 9: Dimensión mínima y recomendable para circulación de un ciclista.
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.3 Espacio de resguardo.

En un caso de que la ciclovía disponga de bordillos superiores a 50mm de alto es preciso incrementar la sección unos 200mm para cada lado de la ciclovía. (INEN, 2013)

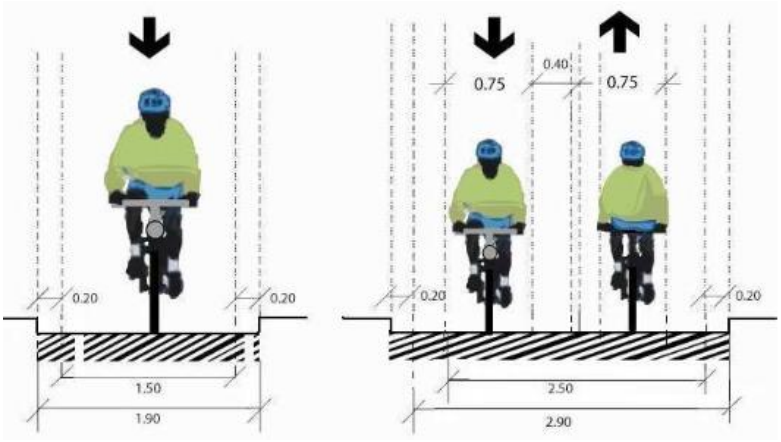


Figura 10: Dimensiones básicas de ciclovías uni y bidireccionales segregadas con bordillos
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.4 Espacio de resguardo frente a elementos continuos y discontinuos.

Tanto para obstáculos discontinuos como elementos continuos la distancia mínima respecto a la superficie de rodadura debe ser de 400mm. (INEN, 2013)

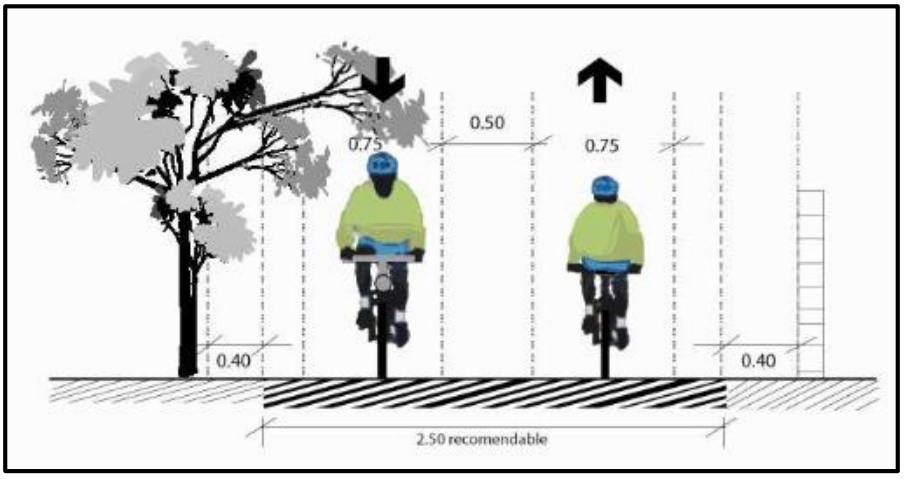


Figura 11: Separación mínima entre ciclovías y elementos continuos y discontinuos
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.5 Espacio de resguardo frente a estacionamientos

La distancia entre un estacionamiento en fila y una ciclovía, segregada por la acera, debe ser al menos 700mm y de 1m en caso que la infraestructura ciclista se encuentre junto a estacionamiento en batería. (INEN, 2013)

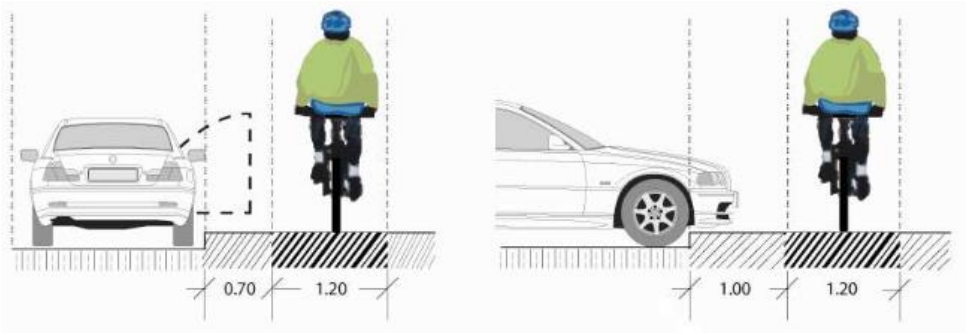


Figura 12: Separación entre estacionamientos y ciclovías
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.6 Espacio para carriles compartidos

En carriles menores a los 3m el ciclista puede usar el carril competo para circular. A su vez en carriles con dimensiones mayores a los 3m el ciclista deberá ocupar el extremo derecho de la vía para facilitar el rebase del vehículo motorizado. En ambos casos los carriles deberán estar señalizados con marcas de pavimentos que informen sobre la presencia de ciclistas en las vías. (INEN, 2013)

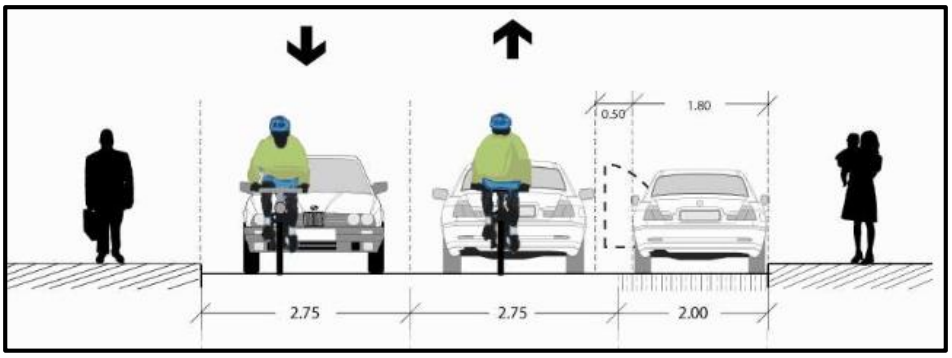


Figura 13: Dimensiones recomendadas para carriles compartidos, opción 1
Fuente: (INEN, 2013)

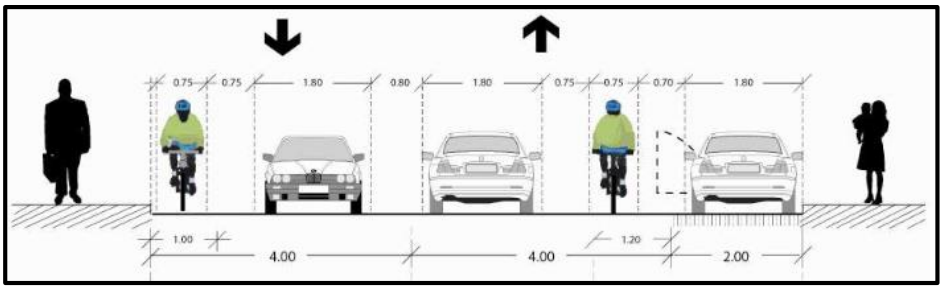


Figura 14: Dimensiones recomendadas para carriles compartidos, opción 2
Fuente: (INEN, 2013)

2.4.7 Velocidad de circulación

En entornos urbanos que cuentan con una topografía plana, los ciclistas tienen una velocidad promedio entre 15 km/h y 20 km/h, si existen pendientes ascendentes, su velocidad puede reducirse a hasta 10 km/h. En cambio, si hay pendientes descendentes, los ciclistas alcanzan velocidades de hasta 40 km/h. (INEN, 2013)

En áreas interurbanas la velocidad promedio puede elevarse hasta entre 25 y 30 km/h en terrenos planos; si existen pendientes descendentes muy prolongadas y utilizan una técnica correcta para romper el viento se pueden alcanzar velocidades mayores a 50 km/h. (INEN, 2013)

Hay que tener muy claro que tanto las ciclovías como las vías para automóviles se deben diseñar según una velocidad promedio o de diseño, en algunos casos al estar en espaldón se las puede realizar con la misma.

2.4.8 Espacios de resguardo con bordillos.

Tabla 1
Cuadro de resumen espacios de resguardo

	ESPACIO DE RESGUARDO	
BORDILLO	200 mm	
ELEMENTOS LATERALES DISCONTINUOS	400 mm	
ELEMENTOS LATERALES CONTINUOS	400 mm	
MISMO SENTIDO	V = 50 km/h	500 mm
	V > 50 km/h	700 mm
SENTIDO CONTRARIO	V = 50 km/h	≥500 mm
	V > 50 km/h	1.0 m
APARCAMIENTO EN LA FILA	≥ 700 mm	
APARCAMIENTO EN BATERÍA	≥1.0 m	

Fuente: (INEN, 2013)

2.5 LA CICLOVÍA COMO UN PROYECTO SOCIAL

Un proyecto social implica tomar conciencia sobre necesidades y problemas de la realidad social, se debe partir desde la perspectiva de las personas que viven la realidad del problema. (Arias, 2017)

Como se menciona anteriormente un proyecto social requiere de soluciones a problemas de la sociedad es así como la implementación de una ciclovía ayudaría a integrar a los usuarios de la bicicleta a la planificación vial del país, pero se necesitan soluciones que no solo se construyan si no que estén bien implementadas para que cumplan su propósito. (Acuña, Hernández, Jiménez, Zamora, & Loria, 2015)

La importancia del ciclismo se define como una opción de movilidad con alto potencial para reducir algunos de los problemas de nuestras ciudades: el tráfico, la mala calidad del aire y las emisiones de gases que contaminan el ambiente, y a la vez se dice que la bicicleta es un medio de transporte que ayuda al desarrollo y competitividad de las ciudades.(BID, 2015)

Para poder lograr la inclusión de un ciclovía en nuestro país y sobre todo en la parroquia de Conocoto se debe cambiar de mentalidad y dar prioridad al peatón, en la siguiente imagen desarrollada en Costa Rica nos indica una pirámide de la jerarquía del medio de transporte, donde se prioriza al peatón y al final y no dejando de ser importante los vehículos privados. (Acuña, Hernández, Jiménez, Zamora, & Loria, 2015)

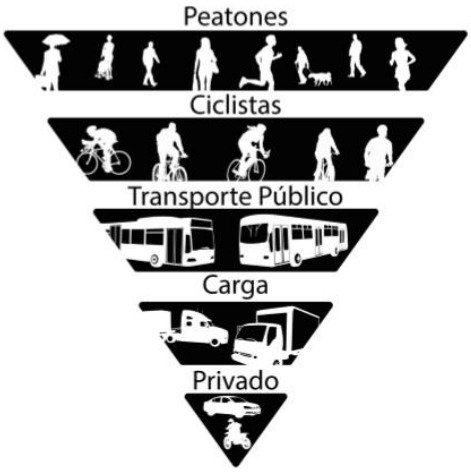


Figura 15: Jerarquía de usuarios en las vías.
Fuente: (Acuña, Hernández, Jiménez, Zamora, & Loria, 2015)

La figura 15 no debe ser mal interpretada, es decir que no significa que una persona que conduzca un vehículo privado valga menos que la que anda en bicicleta, pero el usuario de la bicicleta debe tener prioridad en la vía y el espacio público que sea necesario. (Acuña, Hernández, Jiménez, Zamora, & Loria, 2015)

CAPÍTULO III

3.1 ANÁLISIS DE IDEA

Un estudio previo lo realizó (Arias, 2017) en la Autopista General Rumiñahui la cual para el proyecto previamente realizó un análisis de idea para lo cual uso encuestas a manera de idea las cuales se detallan más adelante; con el objetivo de verificar el interés que tendrían por el proyecto y basándonos en este estudio previo realizado, es que se procede a realizar el presente proyecto en la Parroquia de Conocoto, el cual se detalla en los próximos literales.

3.1.1 Identificación del Problema

Como se mencionó anteriormente y coincidiendo con (Arias, 2017) en su proyecto al igual que muchos autores, el problema principal es la falta de lugares exclusivos, seguros, en las vías para ciclistas; y es que existe muchas personas que usan la bicicleta pero temen salir a realizar esta actividad debido a la gran inseguridad de que se tiene en las vías y no es solo por la falta de señalética sino que también es por la falta de cultura en cuanto a una convivencia vial, existe un irrespeto entre todos los usuarios como son transporte público, vehículos livianos, peatones y ciclistas lo que ocasiona inconvenientes y muchas veces accidentes.

El diario (Comercio, 2015), publica un artículo en donde se pone a conocimiento de todos las actividades que realizan un grupo de personas en el Valle de los Chillos sobre el ciclismo. Este grupo se denomina “Pedaleadas Nocturnas Los Chillos y en ese año contaba de 40 integrantes entre hombres y mujeres, ellos se reunían los días jueves a partir de las 20:00 en la Av. San Juan de Dios tomando a esto como una actividad de recreación y buena vecindad, se lo realizo en horas de la

noche como se observa en la figura 16, ya que por los mañanas las principales avenidas y calles de este sector tienen un alto flujo vehicular y no existen hasta la actualidad espacios que se puedan ser utilizados con seguridad. Por ejemplo, por la avenida Ilaló, que une a las parroquias de Conocoto con La Merced, circulan, a diario, unos 7 000 automotores. Al principio, este grupo estaba conformado por seis personas, pero por la afición que existe en el sector, el número se ha incrementado. Generalmente, sus recorridos alcanzan una distancia de 30 km. En los últimos dos años, estos grupos de aficionados al ciclismo han crecido en el valle de Los Chillos. Este Diario contabilizó 15 que, en promedio, tienen entre 50 y 60 personas, Dennise Mendoza es una de ellas; decidió vincularse luego de una reflexión que le hiciera su padre sobre otras alternativas para movilizarse, incluso dejando el auto en casa.

Figura 16: Grupo Pedaleadas nocturnas en el Valle de los Chillos
Fuente: (Comercio, 2015)

En este artículo se menciona la existencia de dos ciclorutas en Los Chillos están en la jurisdicción del cantón Rumiñahui, pero solamente son utilizadas como recreación el Paseo Escénico Santa Clara, que tiene 1 300 metros de distancia y el trazado de la avenida Mariana de Jesús, con 600. Es decir, 1900 metros de vía en un valle donde viven unas 300000 personas. Un

entrevistado en el artículo fue Aníbal Jiménez, integrante de Pedaleadas Nocturnas, el cual señaló que las autoridades deberían garantizar seguridad a todos los usuarios de las vías y que se han acercado a realizar la petición de un espacio para esta actividad, pero no han tenido éxito y es por eso han tenido que organizarse y paliar la falta de vías para ciclistas, priorizando su seguridad, en especial con los choferes imprudentes. Otro de los inconvenientes son los parqueaderos. Para Hernán Burneo entrevistado por el diario, mucha gente no saca la bicicleta porque no hay sitios seguros donde dejarlas. “Hay personas que tienen miedo porque les pueden robar sus bicicletas”. (Comercio, 2015)

Adicional se contactó a Héctor Morillo representante del grupo de ciclistas de Quito llamado CHAQUIBIKE ciclismo & aventura quien menciona que es una excelente iniciativa la implementación de una ciclovía en la parroquia Conocoto. En su grupo tiene participantes divididos en categorías: principiantes, intermedios y avanzados; por lo que trata de escoger rutas satisfaciendo a todas estas categorías, sin embargo, personalmente el gusta de sacrificarse y gusta de rutas no delineadas, pero menciona que depende de cada persona la preferencia de rutas ya que existen personas que prefieren vías con pendientes no pronunciadas y que sean delineadas. Siempre está recomendando buen manejo, consciente seguro de sus actitudes frente al resto y su principal necesidad es la seguridad en todos sus aspectos como son: ante la delincuencia, seguridad vial, señalización, entre otros. Indica que se debe fomentar el respeto a las señales de tránsito y entre ciudadanos.

En cuanto a la Parroquia de Conocoto existe dos lugares en donde se puede realizar esta actividad y una es el Parque de la Moya (figura 17) que es muy concurrido en especial fines de semana ya que alquilan bicicletas, pero solo dentro del parque. Otro lugar no muy concurrido por

personas que usen la bicicleta como recreación, pero si concurrido por ciclistas es el parque Metropolitano del Sur (figura 18) que tiene una gran extensión y es ideal para ciclismo turístico y deportivo. Solo existe un solo parqueadero de bicicletas y está ubicado en la administración zonal de Los Chillos (figura 19). Como se evidencia y se mencionó anteriormente no existen espacios seguros para peatones y ciclistas, es por estas razones que se ha tomado la iniciativa de la realización de estudios de prefactibilidad de una red de ciclovías en el valle de los Chillos ya que la realizada por (Arias, 2017) en la Autopista General Rumiñahui fue de mucha acogida por los usuarios así como también por las autoridades en especial del Ing. Santiago Cáceres administrador zonal de los Chillos quien a la vez mostro un gran interés por el presente proyecto.

Figura 17: Parque La Moya

Figura 18: Parque Metropolitano del Sur

Figura 19: Parqueadero de bicicletas en Administración zonal Los Chillos

La falta de infraestructura segura para ciclistas y peatones en esta parroquia hace que no se utilicen otras alternativas de movilidad, y por lo tanto que estén expuestas a sufrir accidentes de tránsito como se puede observar en la figura 20, es por eso que la mayoría de habitantes del sector usan únicamente medios de transporte público y vehículos motorizado.

Figura 20: Inseguridad en las vías para ciclistas.

Debido a todo lo mencionado se ve la necesidad de diseñar un espacio por el cual puedan movilizarse las personas ya sea en bicicleta o a pie, con toda la seguridad y así generar una alternativa de movilidad sustentable que continua con la iniciativa que presento (Arias, 2017) y que a lo largo se espera que se continúe con más estudios en el resto de parroquias aledañas.

3.1.2 Árbol de problemas a nivel de idea

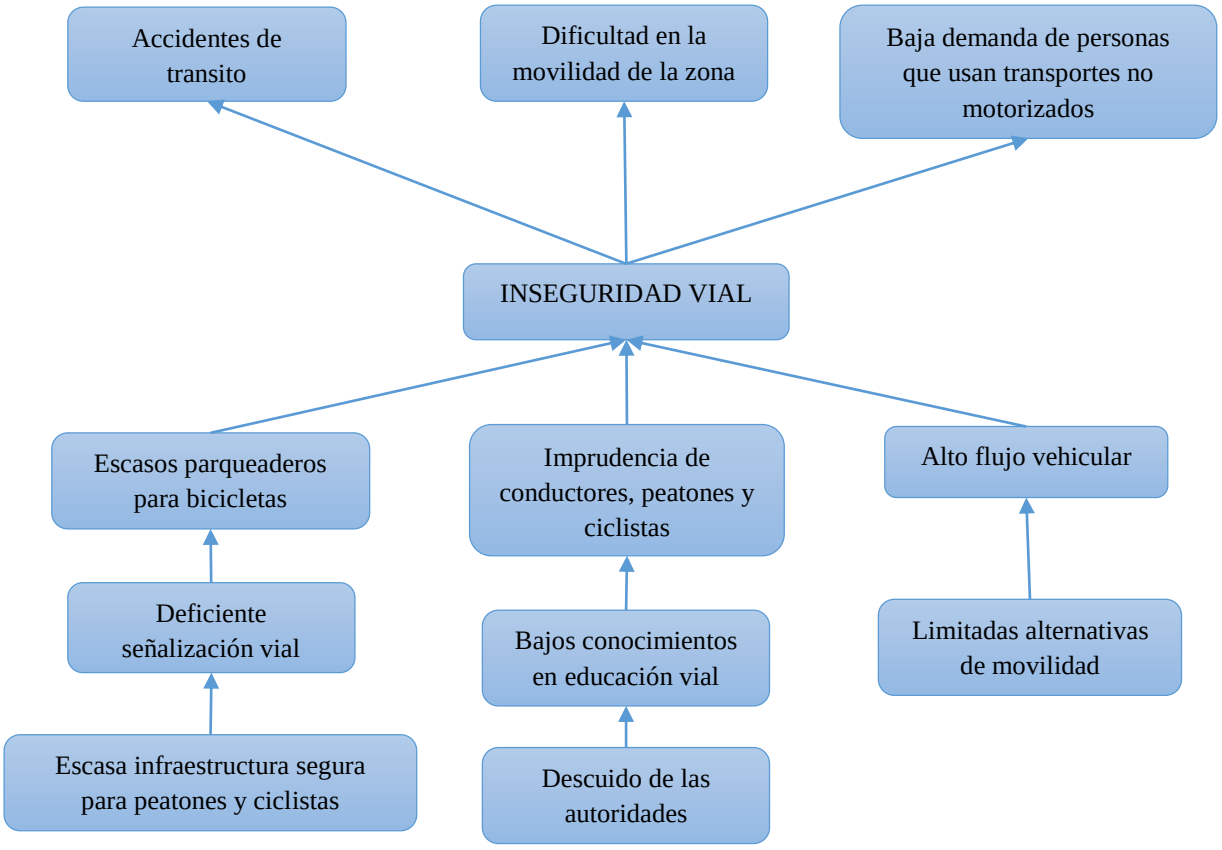


Figura 21: Árbol de problemas a nivel de idea

3.1.3 Árbol de objetivos

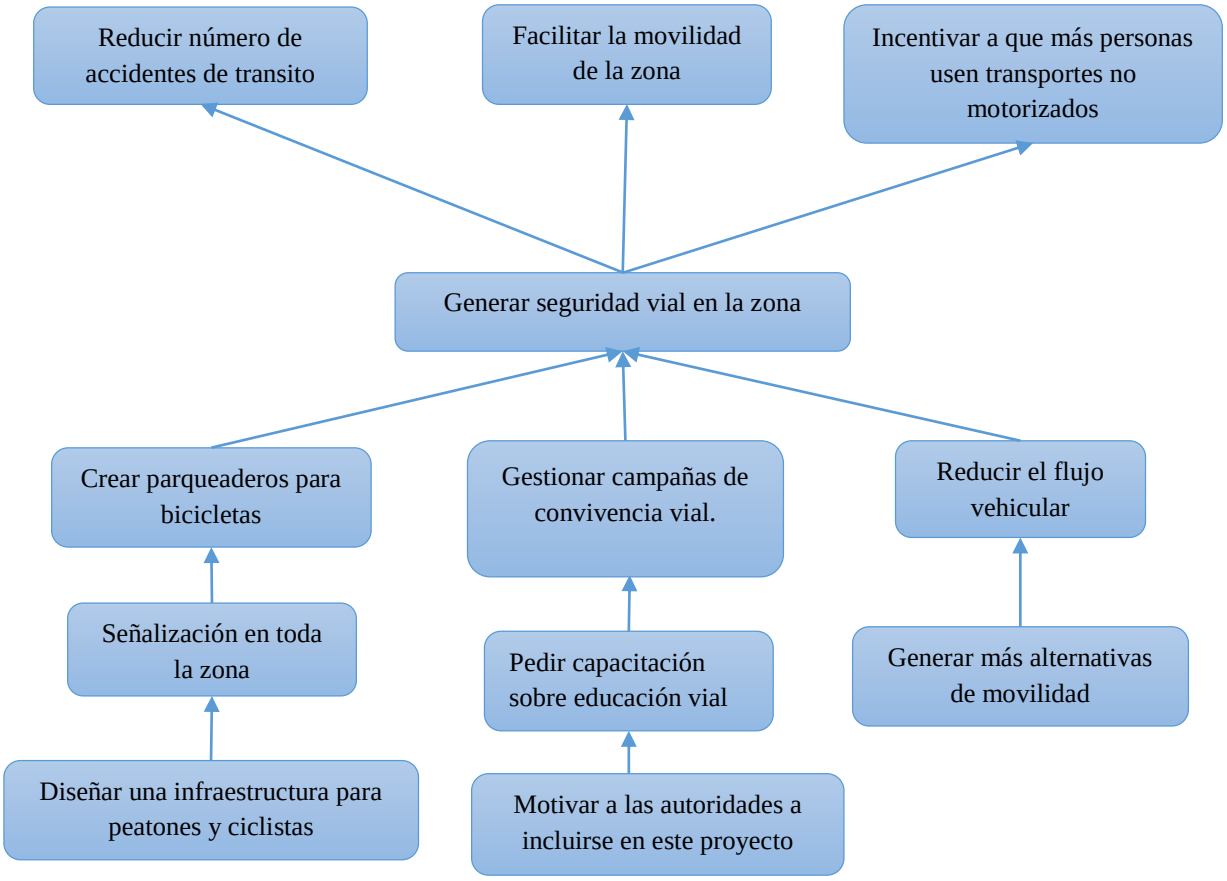


Figura 22: Árbol de objetivos a nivel de idea

3.1.4 Análisis de involucrados a nivel de idea

Este proyecto parte de la iniciativa que se tuvo en la realización del estudio para una ciclovía en la Autopista General Rumiñahui realizada por (Arias, 2017) y se toma como referencia el análisis de idea que realizó en el cual inició con encuestas a nivel de idea a pocas personas con el fin de identificar a los beneficiaros del proyecto. A continuación, en las figuras 21, 22, 23 y 24 se

muestra los resultados de las encuestas realizadas y en el ANEXO 1 se indica la encuesta que fue realizada.

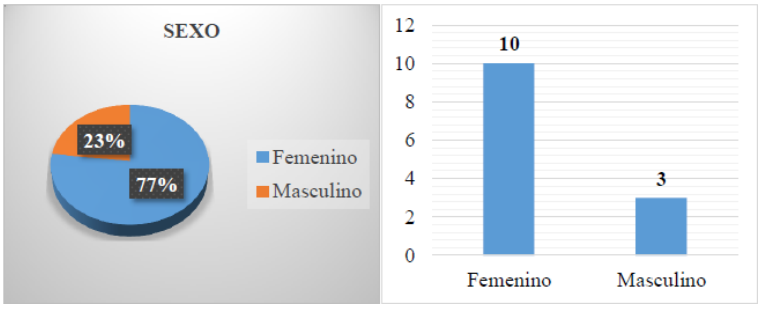


Figura 23: Clasificación por sexo.
Fuente: (Arias, 2017)

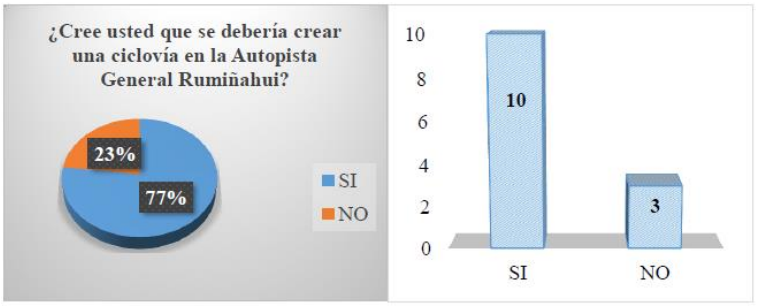


Figura 24: Opinión de los encuestados a la creación de una ciclovía.
Fuente: (Arias, 2017)

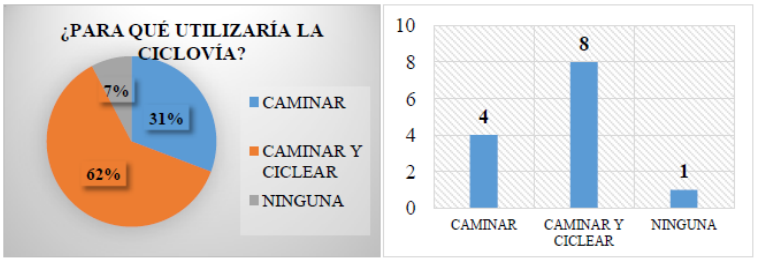


Figura 25: Clasificación del uso de la ciclovía.
Fuente: (Arias, 2017)

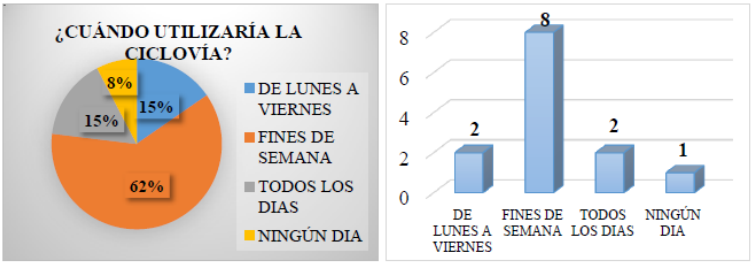


Figura 26: Días en los que los encuestados utilizarían la ciclovía.
Fuente: (Arias, 2017)

Se obtiene que un 77% de los encuestados están interesados en la creación de una ciclovía en este sector y en contra estaría en un 23%. A más de eso en este proyecto se obtuvo un 70% de aceptación en el estudio de prefactibilidad, el análisis también tuvo lugar en algunos barrios pertenecientes a la parroquia Conocoto lo que este análisis de idea es válido también para el presente proyecto, por estas razones se toma como referencia al proyecto realizado en la Autopista General Rumiñahui. (Arias, 2017)

A manera de idea y con los datos anteriores de las encuestas se puede esperar como posibles involucrados a:

- Habitantes de la Parroquia
- Personas que trabajan en la Parroquia
- Visitantes y turistas de la Parroquia
- Deportistas
- Estudiantes de la parroquia
- Transportistas públicos
    - Buses
    - Taxis

- Camionetas

❖ Conductores

❖ Autoridades

- Administración Zonal Los Chillos
- Presidente de la junta Parroquial
- Policía Nacional y Metropolitana
- Agencia Metropolitana de Tránsito

Los mismos que serán verificados en el estudio de prefactibilidad ya que se realizara una encuesta que proporcionara mayor información con respecto a los involucrados y con respecto al proyecto, evaluando así la aceptación del mismo.

3.1.5 Normativas de respaldo

Para el desarrollo del proyecto cabe mencionar algunas de las normativas que están a favor del ciclista y de que apoyan a proyectos de ciclovías en todo el país, dando a conocer sus derechos y obligaciones. Las más importantes se menciona a continuación:

- **PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR** en su objetivo de mejorar la calidad de vida de la población indica:

3.12. Garantizar el acceso a servicios de transporte y movilidad incluyentes, seguros y sustentables a nivel local e intranacional (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013) **.**

a) Incentivar el uso del transporte público masivo, seguro, digno y sustentable, bajo un enfoque de derechos.

b) Promocionar y propiciar condiciones y espacios públicos bajo normas técnicas que incentiven el uso de transportes no motorizados como alternativa de movilidad sustentable, saludable e incluyente.

c) Promover el respeto del derecho del peatón, el ciclista y los demás tipos de transeúntes a circular por la vía pública.

i) Dotar de infraestructura adecuada y en óptimas condiciones para el uso y la gestión del transporte público masivo y no motorizado. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

- **Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial** menciona a los usuarios de la bicicleta en los siguientes artículos (Asamblea Nacional Constituyente, 1996):

Art. 63.- Los terminales terrestres, estaciones de trolebús, metrovía y similares, paraderos de transporte en general, áreas de parqueo en aeropuertos, puertos, mercados, plazas, parques, centros educativos de todo nivel y en los de los de las instituciones públicas en general, dispondrán de un espacio y estructura para el parqueo, accesibilidad y conectividad de bicicletas, con las seguridades mínimas para su conservación y mantenimiento (Asamblea Nacional Constituyente, 1996).

Los organismos seccionales exigirán como requisito obligatorio para otorgar permisos de construcción o remodelación, un lugar destinado para el estacionamiento de las bicicletas en el lugar más próximo a la entrada principal, en número suficiente y con bases metálicas para que puedan ser aseguradas con cadenas, en todo nuevo proyecto de edificación de edificios de uso público (Asamblea Nacional Constituyente, 1996).

Art. 204.- Los ciclistas tendrán los siguientes derechos:

a) Transitar por todas las vías públicas del país, con respeto y seguridad, excepto en aquellos en la que la infraestructura actual ponga en riesgo su seguridad, como túneles y pasos a desnivel sin carril para ciclistas, en los que se deberá adecuar espacios para hacerlo;
b) Disponer de vías de circulación privilegiada dentro de las ciudades y en las carreteras, como ciclovías y espacios similares;
c) Disponer de espacios gratuitos y libres de obstáculos, con las adecuaciones correspondiente, para el parqueo de las bicicletas en los terminales terrestres, estaciones de bus o similares;
d) Derecho preferente de vía o circulación en los desvíos de avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas y ciclovías;
e) A transportar sus bicicletas en los vehículos de transporte público cantonal e interprovincial, sin ningún costo adicional. Para facilitar este derecho, y sin perjuicio de su cumplimiento incondicional, los transportistas dotarán a sus unidades de estructuras portabicicletas en sus partes anterior y superior; y,
f) Derecho a tener vías de circulación preferente de las bicicletas en el área urbana, con determinación de recorridos, favoreciéndose e impulsándose el desarrollo de ciclopaseos ciudadanos (Asamblea Nacional Constituyente, 1996).

Art. 209.- Los municipios, consejos provinciales y Ministerio de Obras Públicas, deberán exigir como requisito obligatorio en todo nuevo proyecto de construcción de vías de circulación vehicular, la incorporación de senderos asfaltados o de hormigón para el uso de bicicletas con una anchura que no deberá ser inferior a los dos metros por cada vía unidireccional (Asamblea Nacional Constituyente, 1996).

> *"Las entidades municipales deberán hacer estudios para incorporar en el casco urbano vías nuevas de circulación y lugares destinados para estacionamiento de bicicletas para facilitar la masificación de este medio de transporte." (Asamblea Nacional Constituyente, 1996)*

Disposiciones Generales:

Décima segunda. - En los Planes Reguladores de Desarrollo Físico y Urbanístico, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contemplar obligatoriamente espacios específicos para la construcción de ciclovías (Asamblea Nacional Constituyente, 1996).

- **Reglamento a la Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial** menciona a los usuarios de la bicicleta en los siguientes artículos (Asamblea Nacional Constituyente, 2012):

Art. 103.- Los GADs, en su respectiva jurisdicción, deberán realizar estudios de factibilidad, previo a la incorporación de carriles exclusivos de bicicletas o ciclo vías (Asamblea Nacional Constituyente, 2012).

Art. 107.- Los GADs metropolitanos y municipales incentivarán la realización de ciclo vías recreativas (ciclo paseos), en los que se destinarán vías para la circulación exclusiva de bicicletas (Asamblea Nacional Constituyente, 2012).

La parroquia Conocoto es considerada parte al ser parte del Distrito Metropolitano de Quito se acoge igual a su ordenanzas y códigos del mismo; es por esto que se da a conocer los siguiente

- **Código municipal para el distrito metropolitano de Quito** en la sección XIII de la promoción de vehículos no motorizados, reformada a través de la ordenanza 268 en el año 2008 nos menciona (Consejo Metropolitano de Quito, 1997):

Art. 1.- Objeto. - Establecer las normas y procedimientos tendientes a promocionar la circulación de vehículos no motorizados en el Distrito Metropolitano de Quito, otorgando las facilidades necesarias para la utilización permanente y segura de este tipo de transporte (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

Art. 4.- Circulación. - La ciudad contará con una estructura de movilidad que promueva y garantice la circulación de vehículos no motorizados.

Art. 5.- Ámbito de aplicación. - Es la Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito, la que, a través de las entidades municipales encargadas de la movilidad, medioambiente y salud, se encargará de construir y adaptar las vías compartidas con el transporte motorizado, así como las ciclovías, promover la circulación y uso adecuado de las mismas por parte de los conductores de vehículos no motorizados dentro de su territorio, bajo los lineamientos del Plan Maestro de Movilidad (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

Art. 7.- Obligaciones de la Municipalidad:

a) Diseñar los planes y programas necesarios para la promoción, circulación y desarrollo del transporte no motorizado dentro del Distrito, en coordinación con grupos organizados de la sociedad;
b) Desarrollar la obra pública que garantice la seguridad en la circulación de los peatones, vehículos no motorizados y los vehículos motorizados, determinando específicamente las áreas de circulación de cada uno de éstos;
c) Coordinar en conjunto con grupos de ciclistas organizados, administraciones zonales y escuelas de conducción, programas de educación ciclística a fin de promover la coexistencia entre los diferentes modos de transporte y sus derechos, obligaciones, zonas de circulación, a fin de garantizar la seguridad de los ciudadanos inmersos en este proceso;
d) Proporcionar sitios para estacionamiento de los vehículos no motorizados dentro de la jurisdicción, adecuando espacios dentro del sistema de estacionamientos del Distrito Metropolitano de Quito.
e) Suscribir los convenios de gestión para el estudio, programación y puesta en marcha de las zonas de circulación y estacionamientos exclusivos de vehículos no motorizados;
f) Encargarse de la iluminación, señalización y seguridad vial necesaria, que permita la movilidad del usuario del transporte no motorizado; y,
g) Difundir el contenido de esta ordenanza, a fin de ponerla en conocimiento general del público, mediante todos los medios que la ley y las ordenanzas establezcan y en coordinación con la ciudadanía organizada (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

Art. 8.- Estacionamientos y facilidades de acceso. - Además de las zonas previstas por la Municipalidad, las edificaciones existentes y las que en el futuro se construyan, deberán prestar las facilidades necesarias para que sus ocupantes permanentes, trabajadores y visitantes cuenten con un lugar de estacionamiento de bicicletas (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

Art. 9.- Ciclopaseos. - La Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito, promoverá y apoyará los ciclopaseos, como una actividad permanente y progresiva enmarcada en la política de movilidad sustentable, en coordinación con la Policía Nacional y organizaciones ciclísticas, a fin de garantizar la seguridad de la ciudadanía y el flujo vehicular en las áreas de contingencia (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

DISPOSICIONES GENERALES

***Segunda.* -** El Alcalde Metropolitano podrá restringir temporalmente los días domingos y feriados el tránsito de todo tipo de vehículos por vías determinadas previamente dentro del Distrito Metropolitano de Quito, a efectos de promover la circulación de vehículos no motorizados (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

***Cuarta.* -** Las ciclovías serán destinadas única y exclusivamente para la circulación de vehículos no motorizados, por lo tanto, queda prohibido el uso comercial de las mismas (Consejo Metropolitano de Quito, 1997).

La Asamblea Nacional también presenta una ley que menciona la incentivación a la utilización de vehículos no motorizados y da a conocer sus deberes y obligaciones, y a su vez autoridades encargadas.

- **LEY REFORMATORIA AL CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN, QUE ESTABLECE EL SISTEMA DE CICLORUTAS Y CICLOVÍAS:**

Art. 599.- Medio de transporte no motorizado. - Es obligación de los distintos niveles de gobierno el establecer los lineamientos técnicos y legales para el fomento del uso de la bicicleta como medio de transporte no motorizado en todo el Ecuador, mediante la construcción, mantenimiento y señalización del Sistema Nacional de Ciclorutas y Ciclovías (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

Art. 600.- Obligatoriedad. - Es obligación de la Función ejecutiva, a través de sus ministerios rectores, en coordinación con los gobiernos descentralizados autónomos y del Distrito Metropolitano de Quito construir las Ciclorutas y ciclovías en sus respectivas jurisdicciones (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

Art. 602.- Ente coordinador. - El poder ejecutivo, los municipios y consejos provinciales organizarán el Sistema Nacional de Ciclorutas y Ciclovías (SISNACI), que se constituye en el ente coordinador de la construcción, mantenimiento y señalización de la red a nivel del país (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

Art. 604.- Entes involucrados. – Es competencia del Ministerio de Transportes y Obras Públicas y de los gobiernos autónomos descentralizados la construcción, mantenimiento, y señalización de las Ciclorutas, en coordinación con el SISNACI de acuerdo al ámbito de su competencia (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

Art. 605.- Derechos preferentes. – Es obligatorio el diseño de parqueaderos de bicicletas y señalética para peatones en todos los proyectos en los que se construyan Ciclorutas y ciclovías. Se establece el derecho preferente de vía para aquellos ciclistas que circulen por estas vías, en consecuencia, está prohibido a los vehículos motorizados estacionar, bloquear u obstaculizar las mismas (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

DISPOSICIONES GENERLES:

Primera: En caso de vías que soporten un significativo volumen de circulación vehicular, se dispondrá que se construyan Ciclorutas y ciclovías de transito compartido, en las que los ciclistas conservarán su derecho preferente pero no exclusivo de circulación (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

Tercera: Si las dimensiones del lugar donde se construyan o se proyecten construir las Ciclorutas y ciclovías, no ofrecieren suficiente espacio para que se produzca el libre tránsito vehicular y se establezca lugares de estacionamiento, se dispondrá que las Ciclorutas y ciclovías sean de transito compartido (Asamblea Nacional Constituyente, 2013).

3.1.5.1 Derecho de vía

En el artículo 3 de la Ley de Caminos se define a el derecho de vía como una facultad que tiene el estado para realizar obras en las vías como ensanchamientos, conservación, construcción, entre otras; en cualquier tiempo, es decir cuando el estado lo requiera. En el artículo 4 de la misma ley menciona que el derecho de vía es de 25 metros desde el eje de la vía y que se pueden realizar construcciones de edificaciones a partir de los 30 metros (figura 25); salvo que se tenga autorización del Ministerio de Transporte y Obras públicas o se construya cerramientos con

materiales removible, caso contrario queda prohibido sembrar árboles, realizar construcciones o hacer usos del mismo; esto más que una obligación se debe concientizar que es por seguridad ya que al estar muy cerca de la vía los vehículos tienen menos distancia de reacción y por lo tanto se está más expuestos a una colisión sea con una vivienda o sembríos lo que ocasionaría pérdidas materiales, económicas e incluso podría ser humana. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2011)

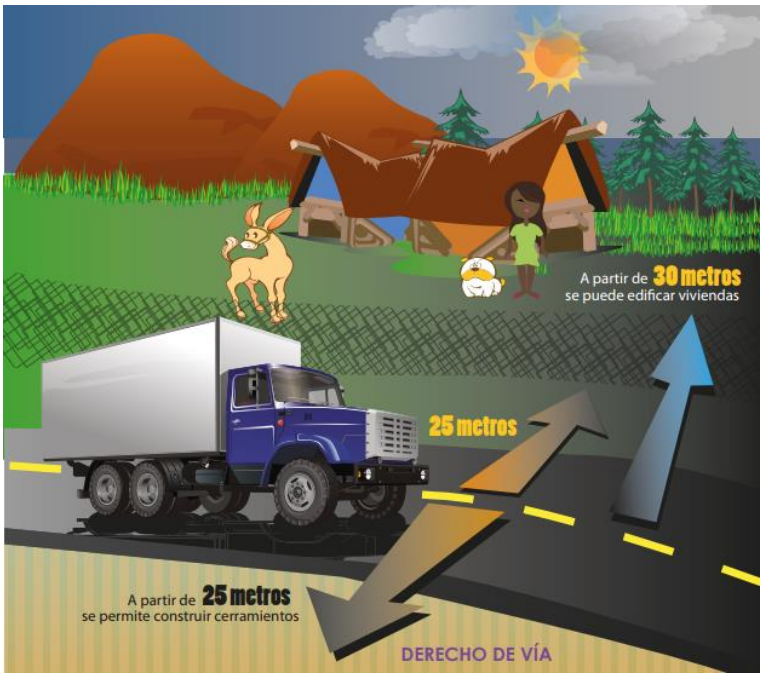


Figura 27: Derecho de vía.
Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2011)

3.1.5.2 Parterres

A lo largo de la parroquia Conocoto existen solo dos vías que contienen parterres las mismas que son: la Av. Gribaldo Miño (figura 26) que se conecta con a Av. Ilaló y la Av. Lola Quintana (figura 27) que es la que se conecta con la Autopista General Rumiñahui desde el parque central de Conocoto. La media del parterre es de 2 m en la Av. Gribaldo Miño y de 1.50 m en el caso de la Av. Lola Quintana.

Figura 28: Av. Gribaldo Miño.
Fuente: Google Maps.

Figura 29: Av. Lola Quintana.
Fuente: Google Maps.

3.1.6 Diseño

Para el diseño de la ciclovía se requiere realizar un estudio previo y recopilación de datos como son la topografía del sector, perfiles del proyecto, análisis de tráfico vehicular de donde se obtendrá una velocidad de diseño; con el fin de poder realizar el diseño geométrico, cabe recalcar que para una ciclovía la velocidad de diseño es de 30 km/h, recomienda las normas INEN, pero también se la puede diseñar con la misma velocidad con la que está diseñada la carretera en la que va a estar ubicada la ciclovía. Debido a que estas vías no soportan una carga muy repetitiva no necesita de una gran carpeta asfáltica sin embargo se la puede dejar con la misma que se diseña la carretera lo que si hay que tener cuidado es en diferenciar de algún modo por ejemplo cambiándola de color. Para mayor seguridad vial se a más de la señalización se recomienda colocar protecciones verticales según la normativa (INEN, 2013).

3.1.7 Interés del proyecto

Para la realización del presente proyecto se realizó una entrevista con la asesora del Administrador de la Administración Zonal Los Chillos la Ing. Ivonne Endara quien nos mencionó el interés que tienen por el desarrollo de este proyecto y a más de eso indicó que estaban realizando posibles rutas, pero con el objetivo de un ciclopaseo. Para apoyar al proyecto se emitió una carta donde indican el interés que tienen para la realización del presente proyecto y se comprometieron en ayudarnos con la información necesaria y con la experiencia ya realizada con el proyecto en la Autopista General Rumiñahui.

3.2 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Se procede a realizar el estudio de prefactibilidad el cual consta inicialmente de un diagnóstico con el fin de identificar las necesidades y problemas que tiene la parroquia Conocoto, posteriormente se realiza el estudio técnico de ingeniería del proyecto en el cual se da soluciones a los problemas y nos da una visión del costo del proyecto y la magnitud del mismo.

Se concluirá la aceptación del proyecto y el análisis de las alternativas escogiendo la mejor tanto en costo como técnicamente.

3.2.1 Análisis de involucrados

Es importante para un proyecto señalar los grupos de involucrados donde se constará los beneficiarios y los que hacen posible la realización del mismo, con este objeto a partir de las encuestas realizadas se procede a identificar a cada uno de ellos, dentro de los habitantes de diferentes sectores de la parroquia.

3.2.1.1 Tamaño de la muestra

Para las encuestas mencionadas teniendo una población proyectada de 96915 habitantes según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, con esta población se procede a calcular la muestra con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2 * (N-1) + p * q * Z^2} \qquad (1)$$

Donde:

N=96915

Z=nivel de confianza (95%)=1.96

p=valores a favor=0.70

q=valores en contra=0.30

E=0.05

Entonces:

$$n = \frac{96915 * 0.7 * 0.3 * 1.96^2}{0.05^2 * (96915 - 1) + 0.7 * 0.3 * 1.96^2}$$

$$\boldsymbol{n = 322\ hab}$$

Cabe recalcar que se toman valores de p=0.70 debido a la aceptación del proyecto de (Arias, 2017), que son el resultado de sus encuestas realizadas que nos presenta ese porcentaje a favor del proyecto.

3.2.1.2 Lugares donde se realizaron las encuestas.

Los lugares donde se realizaron las encuestas fueron: Parque central de Conocoto y sus alrededores (figura 28), Parque la Moya en donde los habitantes de la parroquia realizan deporte en la madrugada y fines de semana también como lugar turístico de visitas (figura 29), en las afueras de las instalaciones de la Administración Zonal Los Chillos, en las afueras de los centros educativos, en canchas deportivas, entre otros donde concurren la mayoría de personas de la parroquia, a la vez se realizó encuestas virtuales dirigidos a personas que habitualmente estén transitando por la parroquia al igual que a personas que sean usuarios de las ciclovías.

Figura 30: Encuestas en el Parque central de Conocoto.

Figura 31: Encuestas en el Parque La Moya.

Se realizó aproximadamente un 40% de las encuestas en días laborables que son de lunes a viernes, en un 40% los fines de semana y un 20% encuestas virtuales, esto con el fin de identificar a todos los tipos de usuarios o involucrados en el presente proyecto.

3.2.1.3 Encuesta realizada y resultado de las encuestas

Se realizó la encuesta a 325 personas que representan el 0.34% de la población, tanto físicas como virtuales, el formato de la encuesta se presenta en el **ANEXO 2.** Los resultados de las mismas son los siguientes:

❖ **Datos de las personas encuestadas**

- **Sector donde vive:**

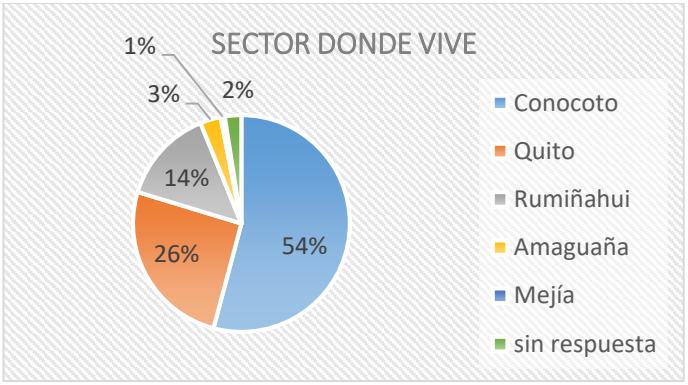


Figura 32: Clasificación por lugar donde vive- porcentaje.

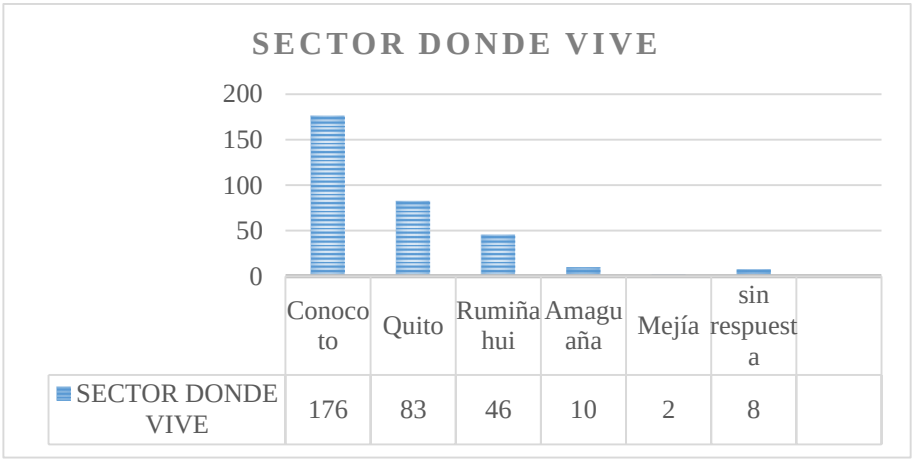


Figura 33:Clasificación por lugar donde vive- cantidad.

- **Edad:**

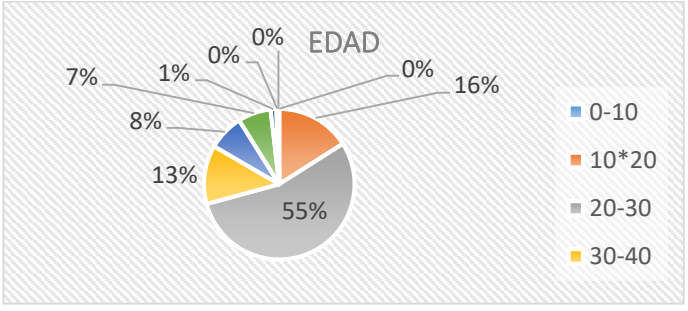


Figura 34: Clasificación por edad-Porcentaje.

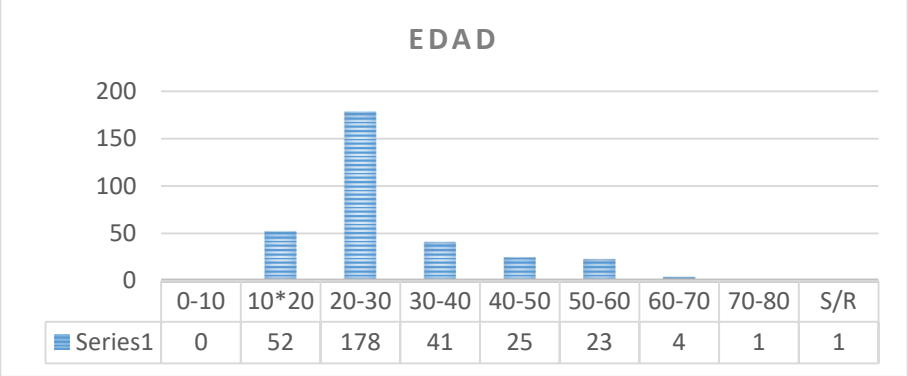


Figura 35: Clasificación por edad-cantidad.

- **Sexo:**

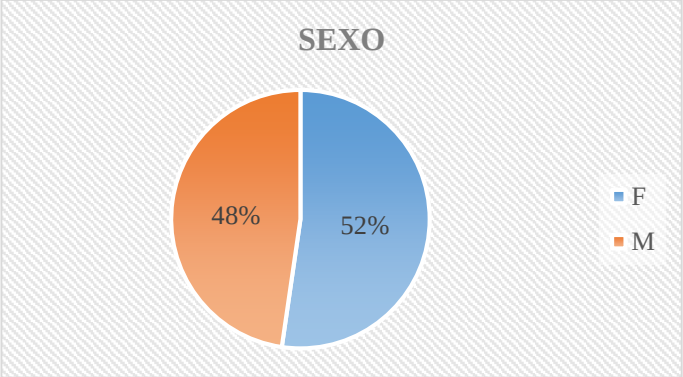


Figura 36: Clasificación por sexo-porcentaje.

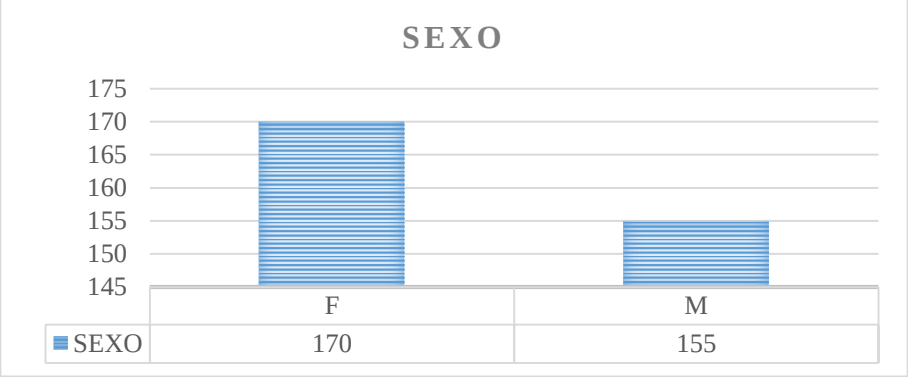


Figura 37: Clasificación por sexo-cantidad.

1) **¿Cuál es el medio de transporte que utiliza?**

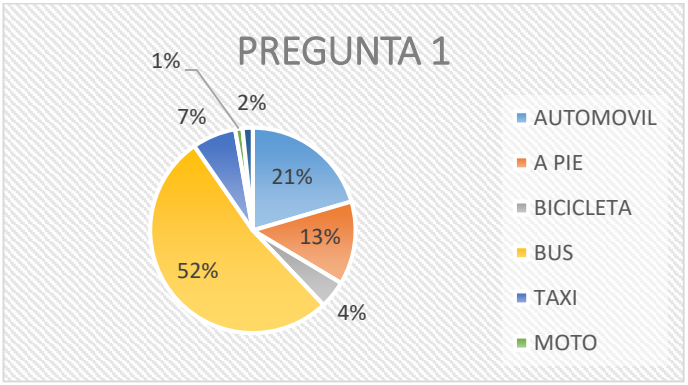


Figura 38: Transporte que utilizan los encuestados-porcentaje.

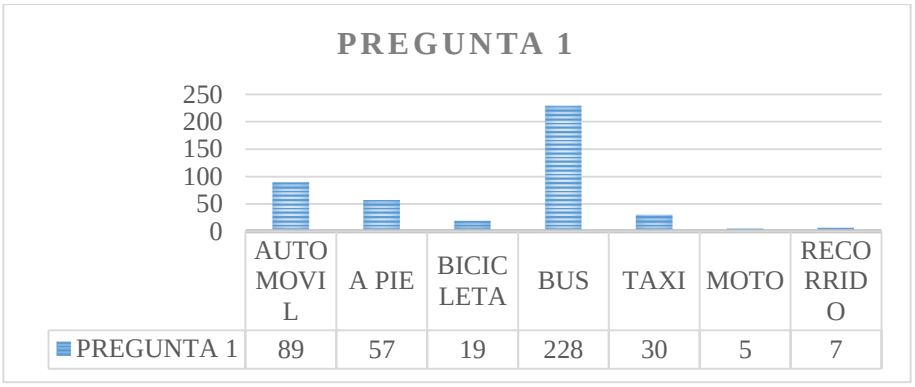


Figura 39:Transporte que utilizan los encuestados-Cantidad.

2) **¿Suele utilizar usted una bicicleta?**

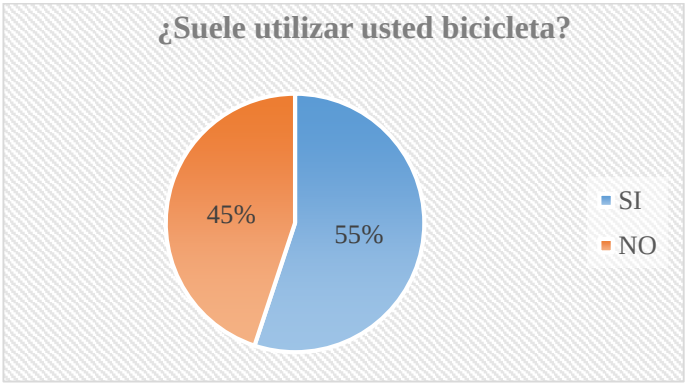


Figura 40: Uso de bicicleta-porcentaje.

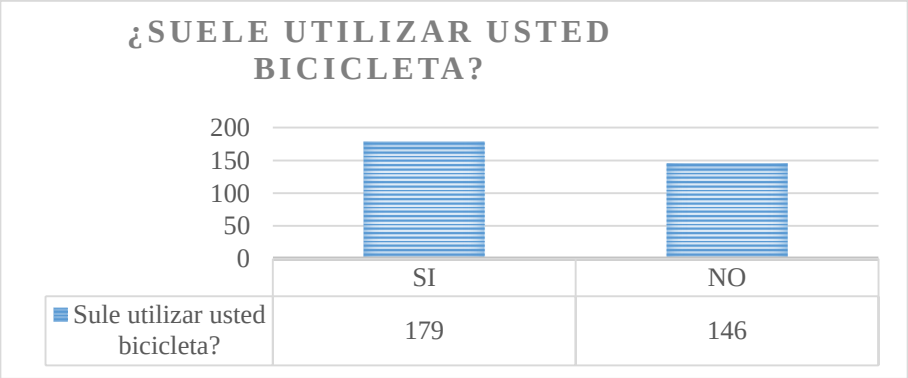


Figura 41: Uso de bicicleta-cantidad.

- **¿Con qué frecuencia?**

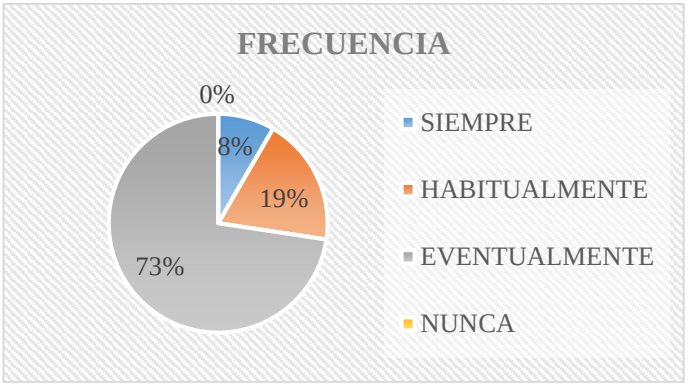


Figura 42: Frecuencia del uso de bicicleta-porcentaje.

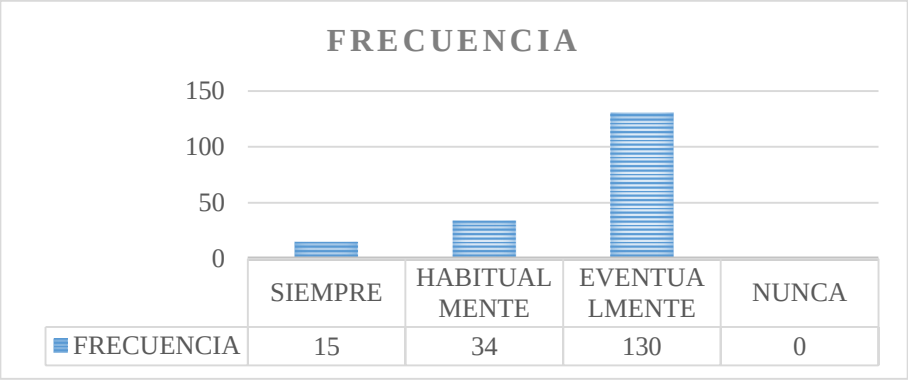


Figura 43:Frecuencia del uso de bicicleta-cantidad.

3) ¿Por qué no usa la bicicleta?

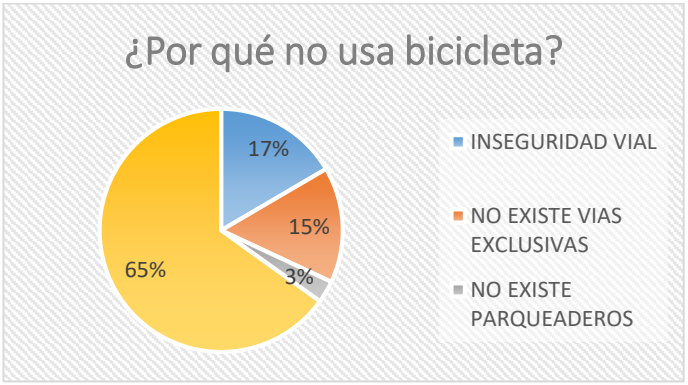


Figura 44: Razón por la que no usa bicicleta-porcentaje.

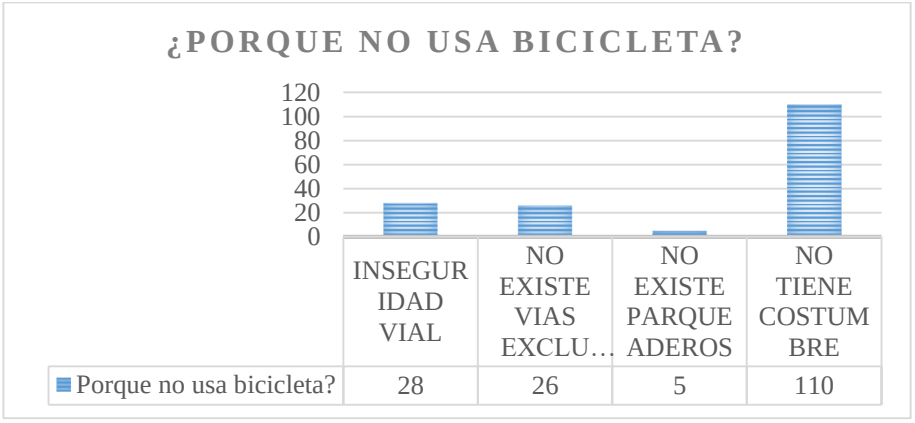


Figura 45:Razón por la que no usa bicicleta-cantidad.

4) ¿Qué tipo de uso usted le da a la bicicleta?

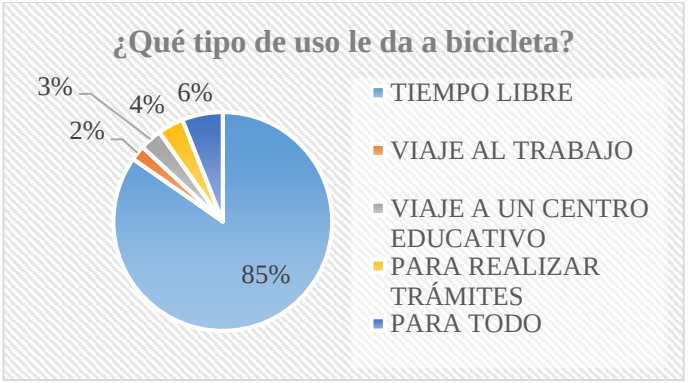


Figura 46: Tipo de uso que le dan a la bicicleta-porcentaje.

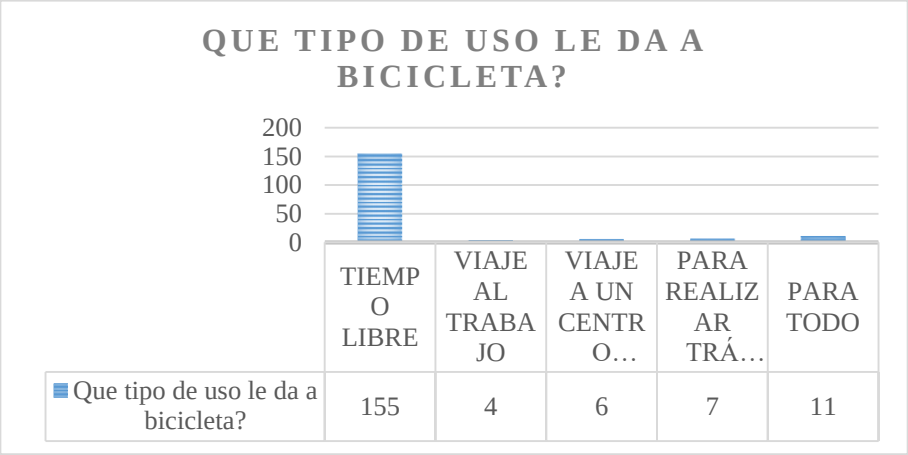


Figura 47: Tipo de uso que le dan a la bicicleta-cantidad.

5) ¿Cuándo circula en bicicleta por donde lo hace?

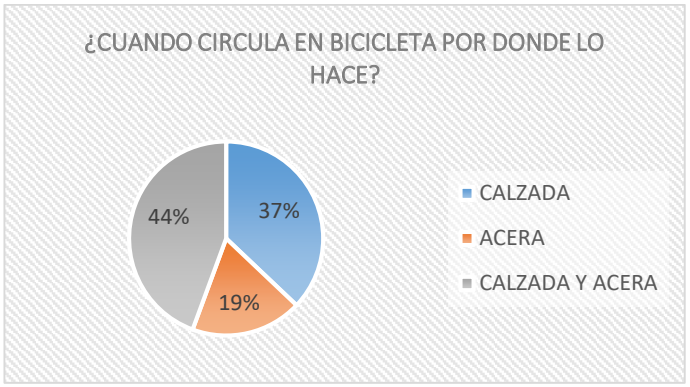


Figura 48: Lugar de circulación en bicicleta-porcentaje.

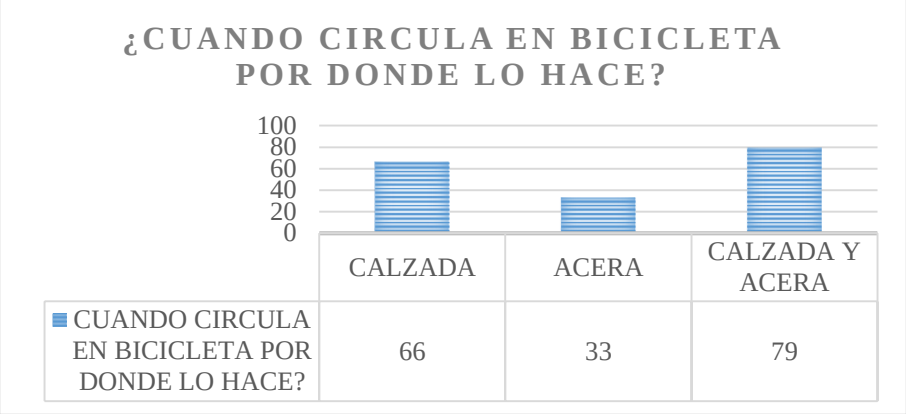


Figura 49: Lugar de circulación en bicicleta-cantidad.

6) ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación de una ciclovía en la parroquia Conocoto?

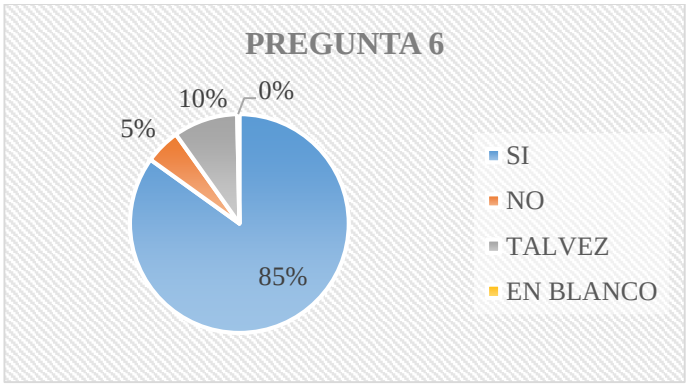


Figura 50: Opinión de los encuestados sobre la implementación de la ciclovía-porcentaje.

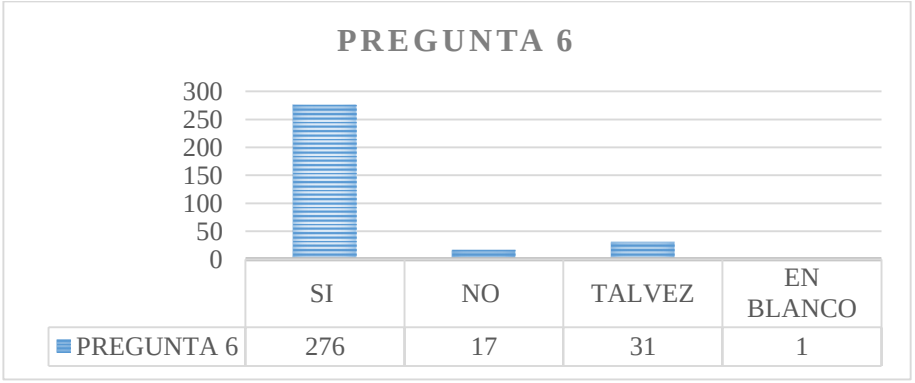


Figura 51: Opinión de los encuestados sobre la implementación de la ciclovía-cantidad.

7) ¿Estaría usted dispuesto a utilizar la bicicleta como medio de transporte diario?

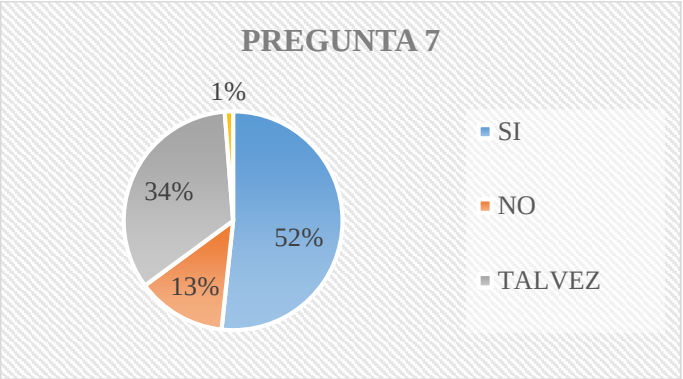


Figura 52: Uso de bicicleta diariamente-porcentaje.

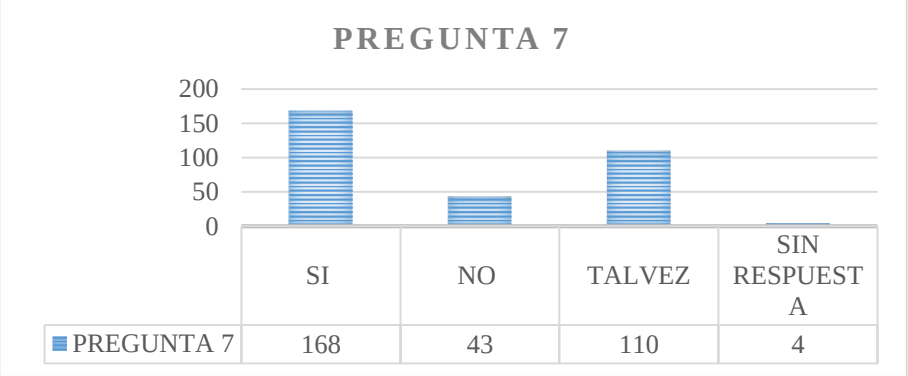


Figura 53: Uso de bicicleta diariamente-cantidad.

8) ¿Estaría usted dispuesto a utilizar la bicicleta como medio de transporte de fines de semana y feriados?

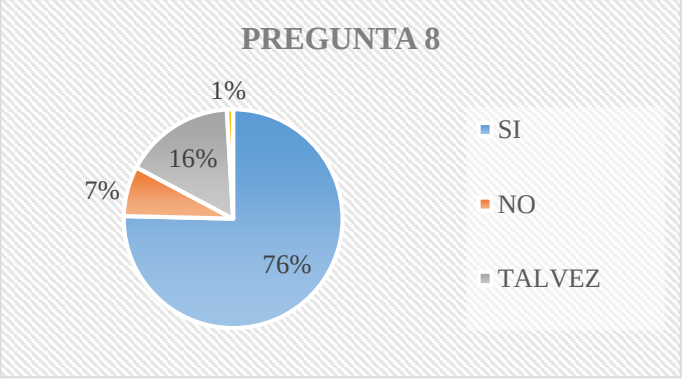


Figura 54: Uso de bicicleta fines de semana y feriados-porcentaje.

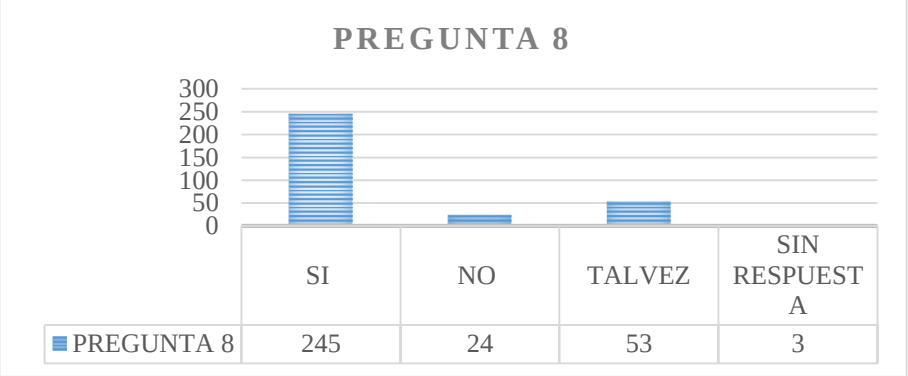


Figura 55: Uso de bicicleta fines de semana y feriados-cantidad.

9) ¿Cree usted que se debe fomentar el respeto al peatón y al ciclista?

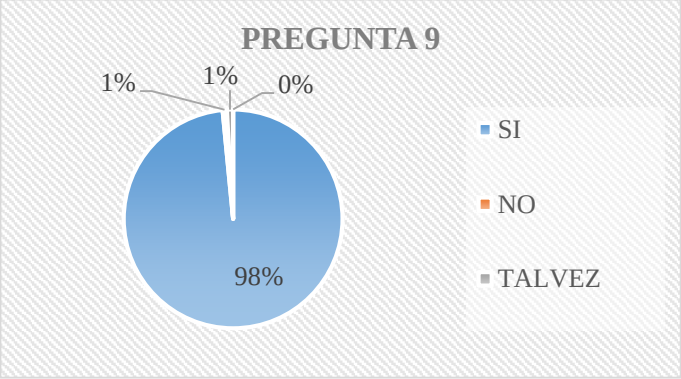


Figura 56: Respeto hacia el peatón y ciclista-porcentaje.

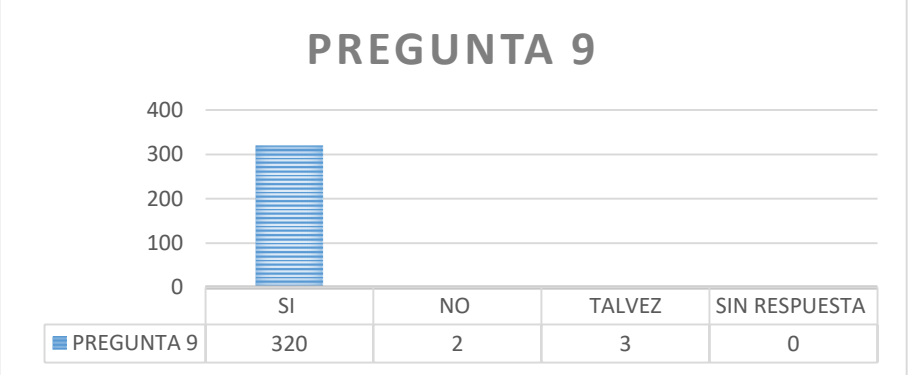


Figura 57: Respeto hacia el peatón y ciclista-cantidad.

10) ¿Qué problemas considera usted que podrían solucionarse con la implementación de una ciclovía en la parroquia Conocoto?

Figura 58: Problemas que se podrían resolver-porcentaje.

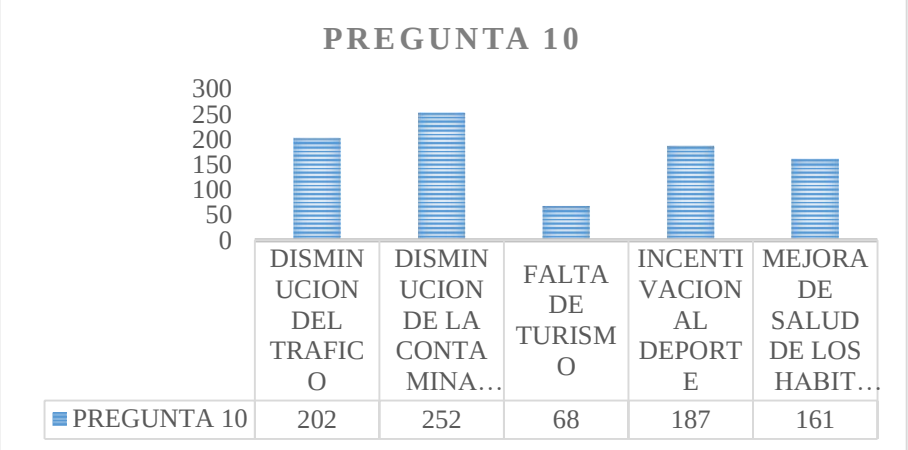


Figura 59: Problemas que se podrían resolver-cantidad.

11) ¿Conoce de otras personas que utilizarían la ciclovía?

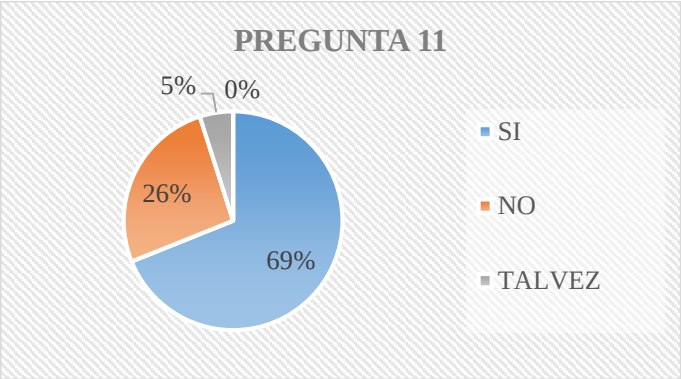


Figura 60: Posibles interesados en la ciclovía-porcentaje.

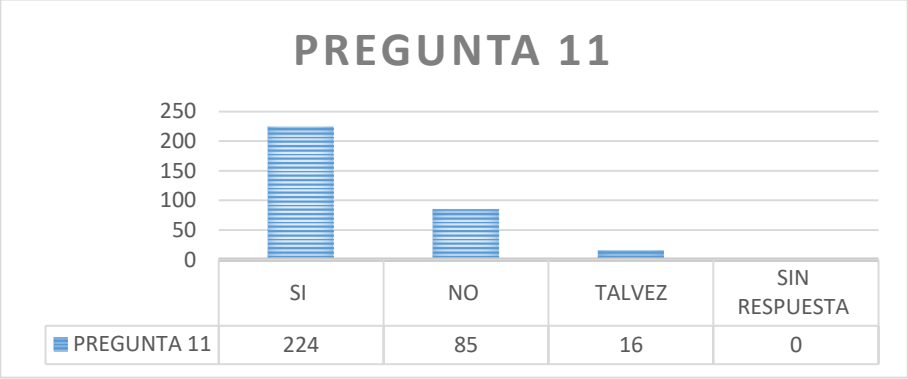


Figura 61: Posibles interesados en la ciclovía-cantidad.

12) ¿Cómo usted ayudaría al desarrollo de este proyecto?

Con esta pregunta lo que se busca es reconocer como las personas aportarían a nuestro proyecto. En su mayoría las personas aportarían utilizando la ciclovía e incentivando a más personas para que la usen, personas que aportarían con experiencias adquiridas en otras partes donde existen ciclovías, y pidiendo a las autoridades que ayuden con la construcción del proyecto.

3.2.1.4 Identificación de los involucrados, su interés e influencia

De un total de 325 encuestas realizadas se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 2
Interés de encuestados con el proyecto.

INVOLUCRADOS	PREGUNTA 6		PREGUNTA 7		PREGUNTA 8		PREGUNTA 9		PREGUNTA 11	
HABITANTES (176)	160	90,91%	111	63,07 %	139	78,98 %	175	99,43 %	127	72,16 %
VISITANTES Y TRABAJADORES(149)	85	57,05%	49	32,89 %	57	38,26 %	108	72,48 %	64	42,95 %
DEPORTISTAS(179)	162	90,50%	98	54,75 %	147	82,12 %	177	98,88 %	128	71,51 %
ESTUDIANTES(201)	167	83,08%	104	51,74 %	150	74,63 %	198	98,51 %	133	66,17 %

Tabla 3

Influencia de los encuestados en el proyecto.

¿COMO USTED AYUDARIA AL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO?								
INVOLUCRADOS	DIFUNDIENDO EL PROYECTO		PIDIENDO A LAS AUTORIDADES		DANDO USO A LA CICLOVIA		APORTADO CON IDEAS Y EXPERIENCIA CON OTRAS CICLOVIAS	
HABITANTES (176)	77	43,75%	8	4,55%	30	17,05%	37	21,02%
VISITANTES Y TRABAJADORES (149)	72	48,32%	2	1,34%	18	12,08%	27	15,34%
DEPORTISTAS (179)	86	48,04%	7	3,91%	32	17,88%	29	16,20%
ESTUDIANTES (201)	96	47,76%	6	2,99%	27	13,43%	35	17,41%

Los grupos de involucrados indicados anteriormente son obtenidos de las encuestas, pero a la vez tenemos involucrados como el Administrador zonal de Los Chillos, coordinador de la parroquia y Gerente de la cooperativa Los Chillos que su interés e influencia se lo saca en base a las entrevistas que se tuvo con los mismos y los resultados se presentan en el cuadro de involucrados que se presenta en el siguiente punto.

3.2.2 Matriz de involucrados

Tabla 4

Interés vs influencia de los involucrados en el proyecto

GRUPO	INFLUENCIA	INTERÉS
Habitantes del sector	**-2 (3)**	**4 (9)**
Deportistas	**-1 (4)**	**5 (10)**
Administrador zonal	**5 (10)**	**5 (10)**
Coordinador Parroquial	**4 (9)**	**5 (10)**
Estudiantes de la parrquia	**-3 (2)**	**3 (8)**
Gerente Los Chillos	**2 (7)**	**-3 (2)**
Visitantes y trabajadores	**-3 (2)**	**-2 (3)**
Observador-Analista	**-2 (3)**	**5 (10)**

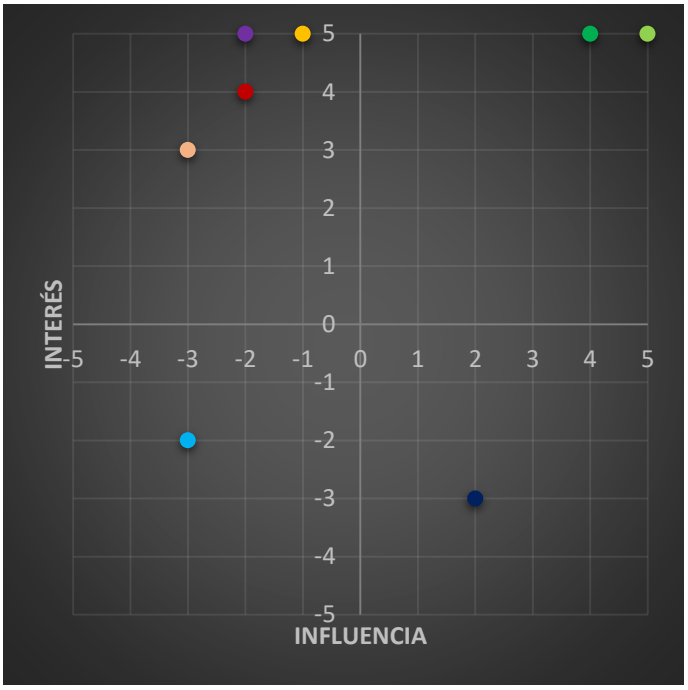


Figura 62: Ubicación de grupo de involucrados.

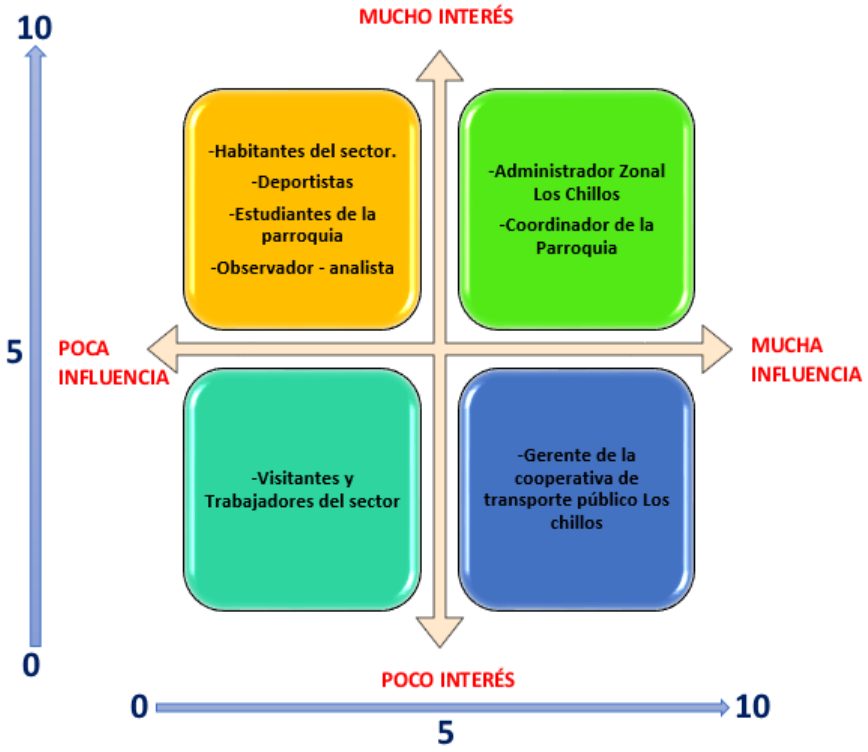


Figura 63: Matriz de involucrados

3.2.3 Estrategias

Tabla 5
Estrategias para cada grupo de involucrados.

GRUPOS	INTERÉS E INFLUENCIA	COLABORAR	SATISFACER	COMUNICAR	OBSERVAR
•**Administrador Zonal Los Chillos**	Mucho interés y mucha influencia	•Trabajar conjuntamente con las entidades para el buen desarrollo del proyecto. •Proporcionando datos adquiridos en el desarrollo del proyecto y transmitiéndoles las peticiones de los usuarios, mediante la entrega del presente proyecto.			
CONTINUA →					

		•Haciéndole partícipe del proyecto conjuntamente con la administración zonal ya que es el que está más asociado con los habitantes del sector.
•**Coordinador de la Parroquia**	Mucho interés y mucha influencia	•Se entregará el presente proyecto con el fin de que se informe de las necesidades de los involucrados en el desarrollo del proyecto y así trabajar para incentivar a las personas al uso de vehículos no motorizados

CONTINUA →

•**Habitantes del sector.**	Mucho interés y poca influencia	•Hacerles partícipes a mejorar su calidad de vida y una manera de hacerlo es con la actividad física, realizado propagandas y campañas mediante eventos sociales, a través de redes sociales y medios de comunicación. •Facilitar el uso de bicicleta como medio de transporte dando una seguridad mayor, realizando la entrega del proyecto a las autoridades para que se

CONTINUA→

		construya y no solo quede en proyecto.
•**Deportistas**	Mucho interés y poca influencia	•Facilitar el uso de bicicleta como medio de transporte dando una seguridad mayor, realizando la entrega del proyecto a las autoridades para que se construya y no solo quede en proyecto. •Exigir que se apoye a los eventos realizados por ciclistas del sector como pedaleadas nocturnas los días martes proporcionándoles la seguridad

CONTINUA→

		respectiva por parte de la policía metropolitana o nacional
•**Estudiantes de la parroquia**	Mucho interés y poca influencia	•Facilitar el uso de bicicleta como medio de transporte dando una seguridad mayor, realizando la entrega del proyecto a las autoridades para que se construya y no solo quede en proyecto. •Proponiendo a las autoridades que se realicen eventos como el día sin vehículos motorizados en las escuelas y colegios

CONTINUA→

		del sector donde se motivara al uso de bicicletas por parte de los estudiantes que son los futuros usuarios de esta ciclovía.
•**Observador - analista**	Mucho interés y poca influencia	•Apoyando a que el proyecto tenga una gran aceptación mediante la exposición del proyecto en la Administración zonal y en la Coordinación de la parroquia. •Elijan las autoridades al proyecto valido para la construcción y

CONTINUA→

		que en un futuro se vea reflejado el estudio realizado.	
•**Gerente de la cooperativa de transporte público Los chillos**	Poco interés y mucha influencia		•Concientizar a los medios de transporte motorizados a que se respete las leyes de tránsito y a también a los demás usuarios de las vías como son ciclistas y peatones mediante campañas de convivencia vial en redes sociales o eventos en la parroquia. •Generar una buena convivencia vial con campañas de educación vial dirigidos a los señores conductores de

CONTINUA→

		la cooperativa mediante cursos. •Informar sobre el desarrollo del proyecto con el fin que tomen sus precauciones al momento de la construcción del proyecto y utilización de estas vías, todo con el fin de que no existan inconvenientes con los transportistas como huelgas o enfrentamientos.	
•**Visitantes y Trabajadores del sector**	Poco interés y poca influencia		•Mantener su interés bajo y que no influyan en las decisiones del proyecto, no desafiarlo.

CONTINUA→

	•No intranquilizarlos con programaciones de la parroquia, dejarlo a su criterio el apoyo al proyecto.

3.2.4 Cuadro de involucrados

Tabla 6
Cuadro de involucrados.

GRUPO DE INVOLUCRADOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS	MANDATOS	INTERÉS	INFLUENCIA
Habitantes del sector	-Espacios seguros para el tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos motorizados, ciclistas y peatones.	-Inseguridad Vial -Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental Poca difusión de lugares turísticos y recreación de la Parroquia Conocoto -Sedentarismo por parte de los habitantes.	-Difusión del proyecto con más vecinos. -Compartiendo el proyecto en redes sociales -Campañas de incentivación para el uso de las ciclovías -Recolección de firmas apoyando el proyecto	-Posesión de viviendas propias y arrendadas en la parroquia Conocoto.	Mucho interés (9)	Poca influencia (3)

CONTINUA→

		-Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo. -Accidentes ocasionados por la dificultad de movilidad entre sectores -Irrespeto al peatón y ciclista	-Utilizando más la bicicleta. -Pidiendo a las autoridades apoyo a este proyecto.			
Deportistas	-Espacios seguros para el tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos motorizados, ciclistas y peatones.	-Inseguridad Vial -Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental Poca difusión de lugares turísticos y recreación de la Parroquia Conocoto	-Difusión del proyecto en sectores aledaños a la parroquia. -Trayendo a personas a utilizar las ciclovías. -Compartiendo ideas de experiencias en	-Movilización hasta la parroquia ya sea para trabajo, recreación o visita de familiares.	Mucho interés (10)	Poca influencia (4)

CONTINUA→

		-Sedentarismo por parte de los habitantes. -Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo. -Accidentes ocasionados por la dificultad de movilidad entre sectores -Irrespeto al peatón y ciclista	Quito y otras ciudades.			
Administrador zonal Los Chillos	Estudio de prefactibilidad de la implementación de una red de ciclovías en el Valle de los Chillos	-Las autoridades se han preocupado para dar prioridad a la educación vial dirigida a vehículos motorizados dejando a un lado a los peatones y ciclistas que también son parte de las vías.	-Apoyando el proyecto realizando el estudio de prefactibilidad de proyecto y proporcionando toda la información necesaria.	Cargo público dispuesto por el Alcalde de Quito	Mucho interés (10)	Mucha influencia (10)

CONTINUA→

		-Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental -Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo	-Financiamiento para la construcción.			
Coordinador en la parroquia	-Espacios seguros para el tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos motorizados, ciclistas y peatones.	-Inseguridad Vial -Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental Poca difusión de lugares turísticos y recreación de la Parroquia Conocoto	-Recurso Humano para la utilización de la ciclovía. -Incentivando a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte.	Cargo público dispuesto por los habitantes de la parroquia.	Mucho interés (10)	Mucha influencia (9)

CONTINUA→

		-Sedentarismo por parte de los habitantes. -Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo. -Accidentes ocasionados por la dificultad de movilidad entre sectores -Irrespeto al peatón y ciclista	Proporcionando información que ayude con los estudios previos al proyecto			
Estudiantes de la parroquia	-Espacios seguros para el tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos motorizados,	-Inseguridad Vial -Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental Poca difusión de lugares turísticos y recreación	-Difusión del proyecto con más vecinos. -Compartiendo el proyecto en redes sociales -Campañas de incentivación para el uso de las ciclovías	Movilización para dirigirse a un centro educativo.	Mucho interés (8)	Mucha influencia (2)

CONTINUA→

	ciclistas y peatones.	de la Parroquia Conocoto -Sedentarismo por parte de los habitantes. -Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo. -Accidentes ocasionados por la dificultad de movilidad entre sectores -Irrespeto al peatón y ciclista	-Recolección de firmas apoyando el proyecto -Utilizando más la bicicleta.			
Gerente de la cooperativa de transporte público Los chillos	-Seguridad para los peatones que utilicen la ciclovía -Diseño de la ruta en un espacio separado de la	- Vehículos no respetan límites de velocidad - Congestión de vehículos - Utilizan la autopista para ciclear únicamente los deportistas profesionales.	-Gestionar con los municipios para la movilización de las bicicletas en las bodegas o parrillas de los buses para	- Selección por votos por parte de todos los miembros de la cooperativa -Gestionador, organizador	Poco interés (2)	Mucha influencia (7)

CONTINUA→

	movilización de los vehículos motorizados -complementar la ciclovía con el transporte público	-Vías muy angostas para la creación de ciclovías.	complementar el proyecto -Promover el respeto entre los conductores de los autobuses hacia los demás usuarios que utilizan el espacio público para movilizarse	del servicio de transporte masivo “Los Chillos”		
Visitantes y trabajadores del sector	-Espacios seguros para el tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos	-Inseguridad Vial -Pocos espacios seguros para ciclistas y peatones. -Alto tráfico Vehicular -Contaminación Ambiental	-Difusión del proyecto con más vecinos. -Compartiendo el proyecto en redes sociales -Campañas de incentivación	Movilización hacia el sector	Poco interés (3)	Poca influencia (2)

CONTINUA→

	motorizados, ciclistas y peatones.	Poca difusión de lugares turísticos y recreación de la Parroquia Conocoto -Sedentarismo por parte de los habitantes. -Problemas de salud en los habitantes debido al sedentarismo. -Accidentes ocasionados por la dificultad de movilidad entre sectores -Irrespeto al peatón y ciclista	para el uso de las ciclovías -Recolección de firmas apoyando el proyecto -Utilizando más la bicicleta.			
Observador-Analista	-Apoyo de las entidades para la realización del proyecto -Espacios seguros para el	- Pocos espacios seguros para peatones y ciclistas. -Falta de control en las vías por parte de las autoridades pertinentes.	- Desarrollo del estudio de prefactibilidad de una ciclovía en la Autopista	- Interés en el desarrollo del proyecto	Mucho interés (10)	Poca influencia (3)

CONTINUA→

	tránsito de ciclistas y peatones -Respeto entre los conductores de vehículos motorizados, ciclistas y peatones. -Que se generen cursos de educación vial a todos los usuarios de las vías	-Muchos accidentes por impudencia del mismo. -Falta de estudios previos para ver la aceptación de la implementación de una ciclovía en este sector	General Rumiñahui	- Tema del trabajo de titulación

3.2.5 Árbol de problemas

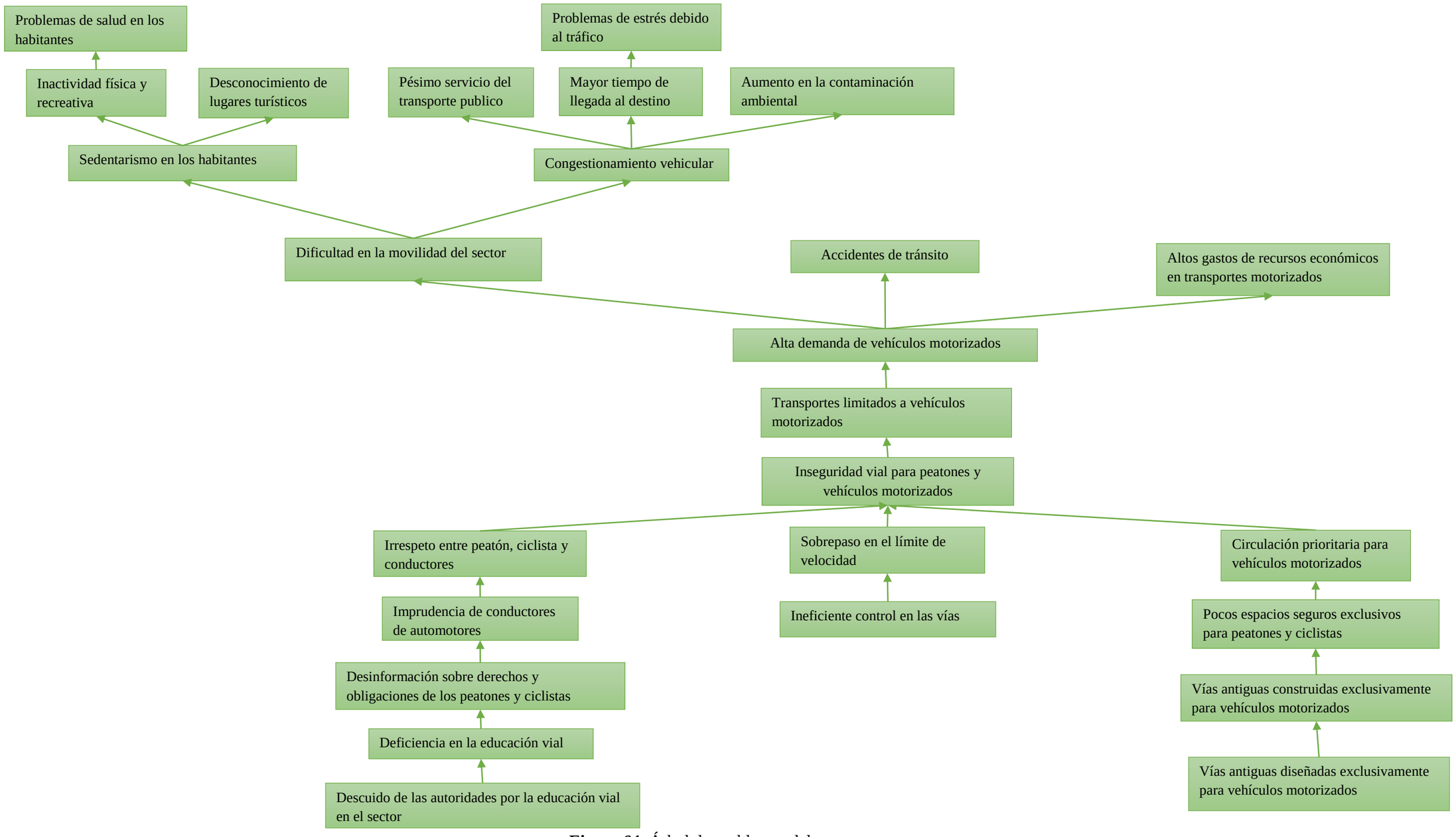


Figura 64: Árbol de problemas del proyecto

3.2.6 Árbol de objetivos

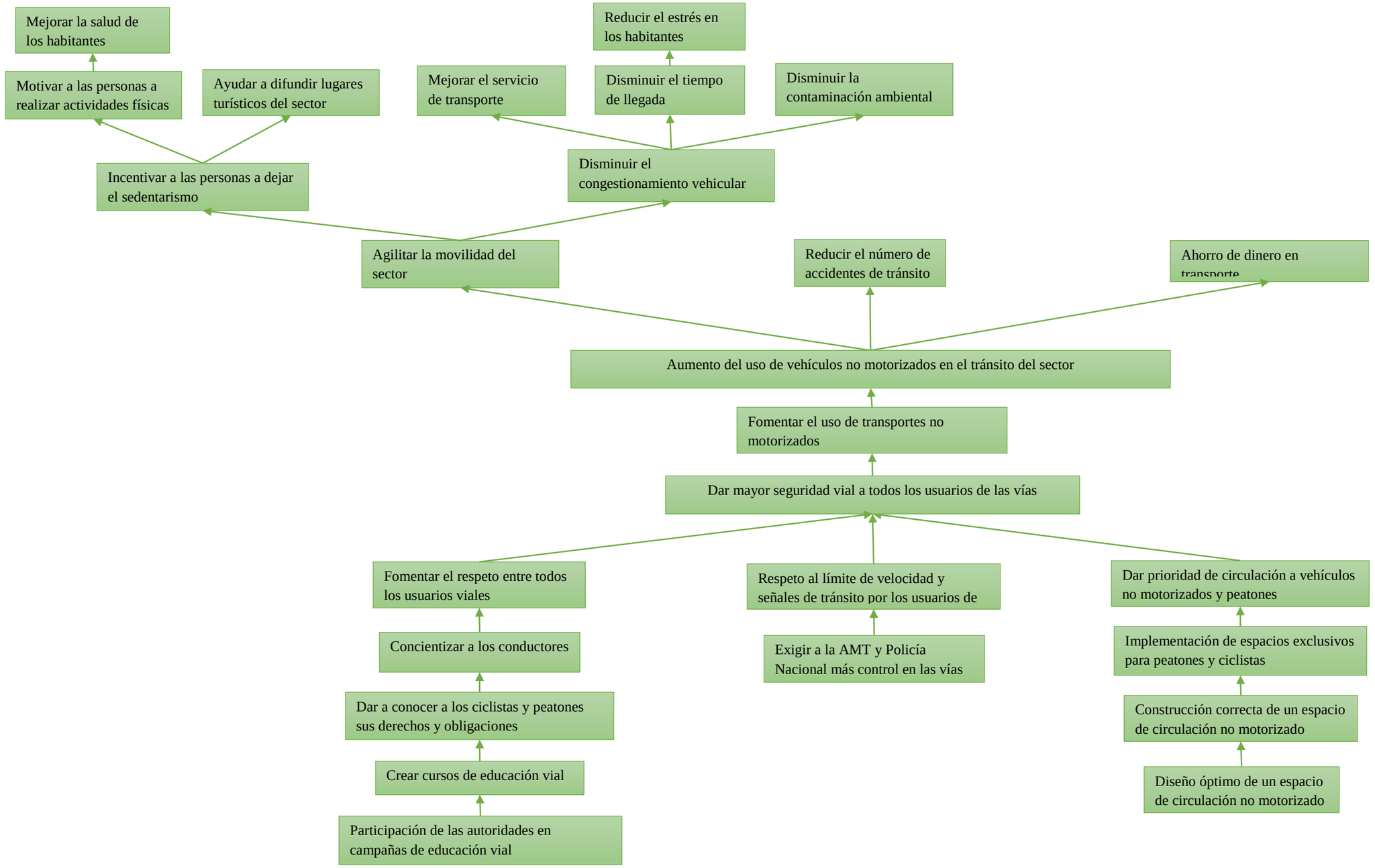


Figura 65: Árbol de objetivos del proyecto

3.2.7 Análisis de alternativas

Alternativa N° 1: Como primera alternativa se tomó aquellas actividades que no dependen en sí de la elaboración del proyecto es decir que no dependen del área de ingeniería civil; estas actividades son de carácter social y cultural.

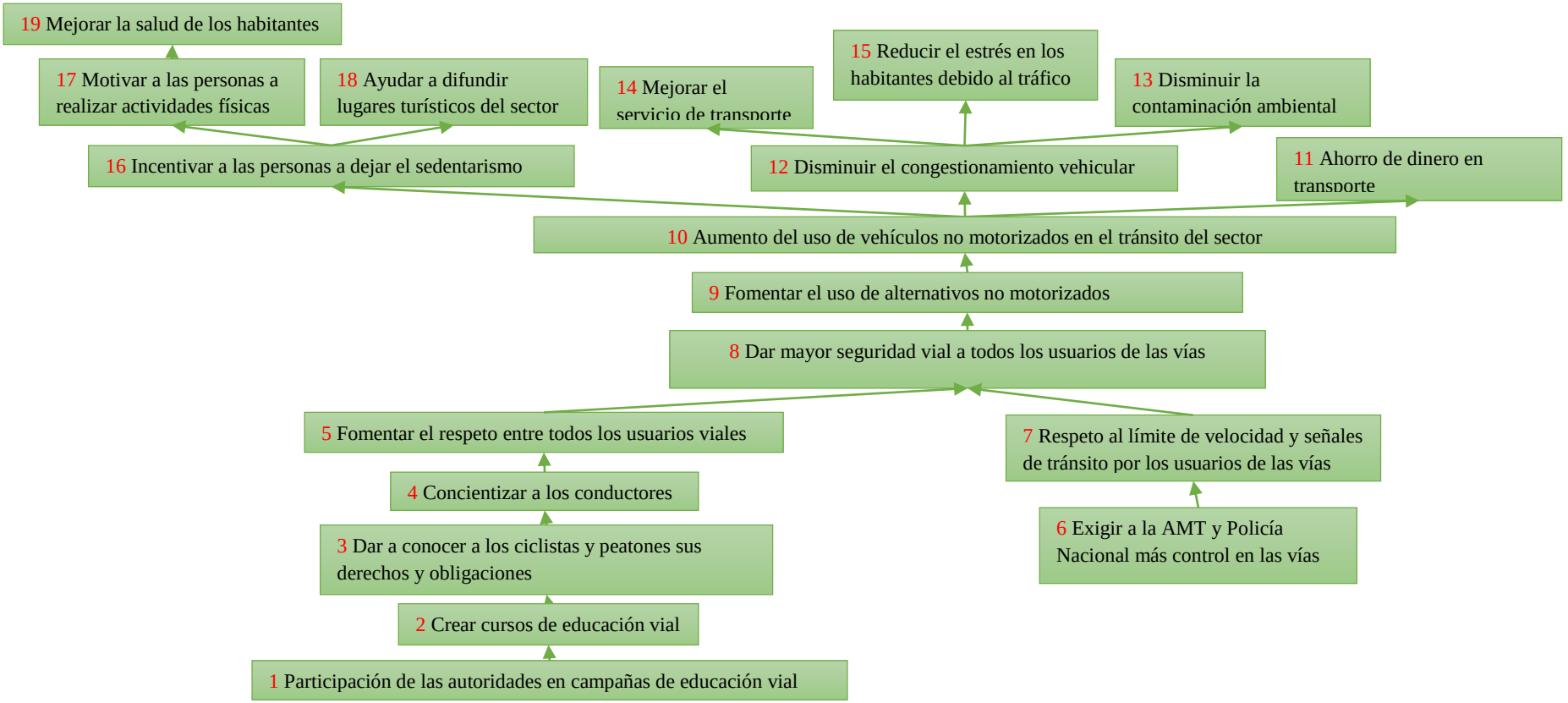


Figura 66: Árbol de objetivos Alternativa 1

Tabla 7
Análisis de Alternativa 1.

CRITERIO	PESO	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	PROM. TOTAL	POND.	CALF. MAX.
Visibilidad	25%	3	2	3	3	2	2	4	3	3	4	5	4	3	5	3	5	5	4	5	3,58	0,89	1,25
Grupos prioritario beneficiados	15%	5	5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4,68	0,70	0,75
Probabilidad de ejecución	15%	5	5	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4,05	0,61	0,75
Apoyo institucional	20%	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4,74	0,95	1
Costo mínimo	10%	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3	2	3,21	0,32	0,5
Riesgos	5%	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3,00	0,15	0,25
Costo por habitantes servido (usd/hab)	10%	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	5	2	5	4	5	4	2	3	3,74	0,37	0,5
																					TOTAL	4,00	5
																					CALF. OBTENIDA	**79,95**	100%

Alternativa N° 2: En esta alternativa se tomó aquellas actividades que se van a lograr con el proyecto y en si aplicada al área de ingeniería civil como son diseños y construcción en el caso de que se lo haga.

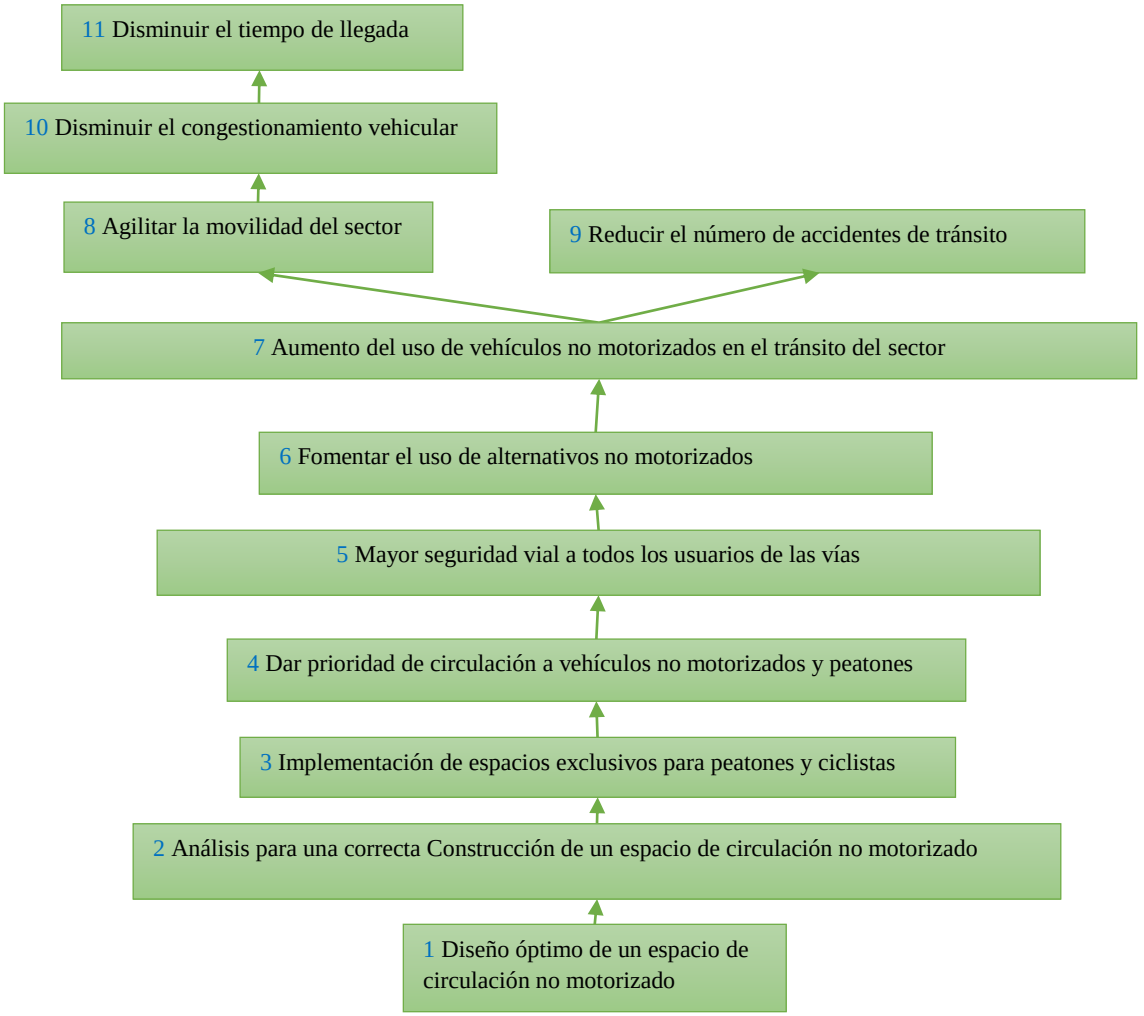


Figura 67: Árbol de objetivos Alternativa 2

Tabla 8

Análisis de alternativa 2.

CRITERIO	PESO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM. TOTAL	POND.	CALF. MAX.
Visibilidad	25%	5	5	5	5	3	3	5	5	5	4	3	4,36	1,09	1,25
Grupos prioritario beneficiados	15%	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4,55	0,68	0,75
Probabilidad de ejecución	15%	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3,91	0,59	0,75
Apoyo institucional	20%	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4,73	0,95	1
Costo mínimo	10%	5	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3,36	0,34	0,5
Riesgos	5%	2	2	4	2	3	2	4	4	3	4	2	2,91	0,15	0,25
Costo por habitantes servido (usd/hab)	10%	5	3	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3,82	0,38	0,5
													TOTAL	4,17	5
													CALF. OBTENIDA	83,36	100%

Conclusión: Para la calificación de las alternativas se toma el valor de 1 como lo menos favorable para el proyecto y 5 como lo más óptimo para el proyecto. De donde, en el análisis de alternativas la segunda que considera las actividades que se lograran con el desarrollo del proyecto obtiene una mayor calificación con un 83.36% lo que indica que para la matriz de marco lógico nos vamos a centrar en estas actividades ya mencionadas y a partir de ellas lograr los objetivos.

3.2.8 Matriz de marco lógico

Tabla 9
Matriz de marco lógico.

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN: 1. Disminuir el tiempo de llegada. 2. Disminuir el congestionamiento vehicular 3. Agilitar la movilidad del sector 4. Reducir el número de accidentes de tránsito. 5. Aumento del uso de vehículos no motorizados en el tránsito del sector	– Reducido el tiempo de llegada a lugares dentro del sector en un: 20% en el año uno 1, 40% en el año 2, en un 60% en referencia al tiempo que actualmente utilizan en el año 3 a partir de la implementación del proyecto. – Reducido en el congestionamiento vehicular en un 15% en el año 1, 30% en el año 2, 45% en el año 3 a partir de la implementación del proyecto.	– Informes emitidos por grupos de ciclistas del sector como por ejemplo Pedaleadas Nocturnas Valle de los Chillos PNVCH sobre tiempos de viaje dentro del sector, en días laborables y fines de semana (semestralmente). – Informes emitidos por la AMT de estadísticas del congestionamiento en horas pico en Conocoto (anualmente) – Informes emitidos por la AMT y policía nacional y 911, de	

CONTINUA→

	– Disminuido el número de accidentes en la parroquia Conocoto en un 10% a partir del primer año de implementación del proyecto, 20% en el año 2, 40% en el año 3 a partir de la implementación del proyecto. – Incrementado el uso de vehículos no motorizados en un 17% en el año 1, 34% en el año 2, 51% en el año 3 a partir de la implementación del proyecto.	número de accidentes de tránsito en Conocoto (anualmente) – Conteo vehicular en las vías de implementación del proyecto para verificar el uso de vehículos no motorizados (anualmente).	
PROPÓSITO: 1. Fomentar el uso de transportes alternativos no motorizados	– Aumentado el interés de los involucrados por el uso de transportes no motorizados en un 25% en el año 1, 50% en el año 2, 85% en el año 3 a partir de la implementación del proyecto.	– Conteo vehicular en las vías de implementación del proyecto para verificar el número de ciclistas que usarían la ciclovía e Informes emitidos por grupos de ciclistas del sector como por ejemplo Pedaleadas Nocturnas Valle de los Chillos	– Los peatones, ciclistas y conductores perciben una mejor calidad en la movilidad del sector.

CONTINUA→

		PNVCH sobre el aumento de ciclistas en el grupo (anualmente).	
COMPONENTES: 1. Mayor seguridad vial a todos los usuarios de las vías en estudio. 2. Dar prioridad de circulación a vehículos no motorizados y peatones	– Incrementado el nivel de seguridad vial en las vías de influencia del proyecto hacia todos los usuarios de las vías. – Incrementado el número de vías para la circulación exclusiva de vehículos no motorizados y peatones.	– Informes de la AMT, Policía Nacional sobre robos en las vías y accidentes de tránsito (anualmente). – Inauguración de días exclusivas para la circulación de peatones y ciclistas por parte de la Administración Zonal de Los Chillos.	– Apoyo de la iniciativa por parte de las autoridades y financiamiento para la implementación del proyecto..
ACTIVIDADES: 1. Implementación de espacios exclusivos para peatones y ciclistas. 2. Construcción de un espacio de circulación no motorizada de acuerdo a estudios previos.	– Implementados los espacios exclusivos para peatones y ciclistas. – Construido un espacio para la circulación no motorizada de acuerdo a estudios previos valorado en 4’475.034.98 USD.	– Actas de entrega del proyecto por parte de la Administración Zonal de Los Chillos. – Planillas mensuales de la construcción del proyecto por parte de la Administración Zonal de Los Chillos. – Entrega del diseño de la vía y de los elementos	– Aceptación por parte de las autoridades en el diseño exclusividad a ciclistas y peatones.

CONTINUA→

3. Diseño óptimo de un espacio de circulación no motorizada.	– Diseñado el espacio de circulación no motorizada según normativas establecidas, nacionales e internacionales para su optimización valorado en 4’475.034.98 USD.	complementarios según normas establecidas previo a la construcción por parte de la consultoría.

CAPÍTULO IV - ANÁLISIS TÉCNICO

La parroquia Conocoto se ubica a 11km del cetro de la capital, en el costado occidental del Valle de los Chillos, sobre la ladera oriental de la loma de Puengasí, tiene una superficie aproximada de 51.46 km2. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia de Conocoto, 2012)

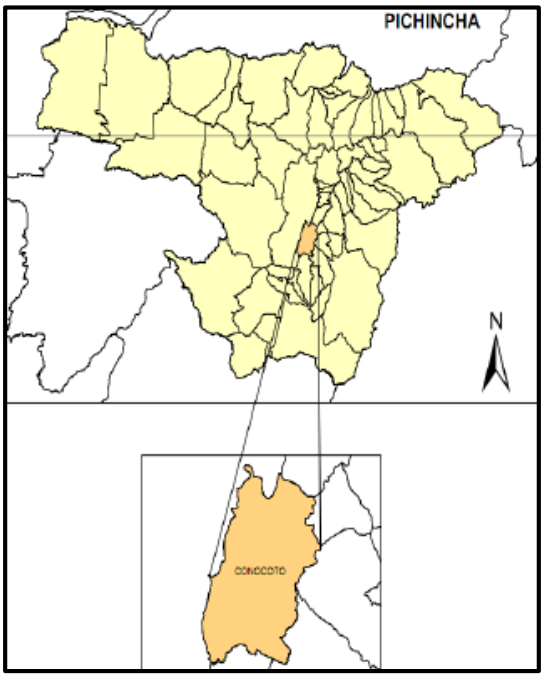


Figura 68: Ubicación de la parroquia Conocoto.
Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia de Conocoto, 2012)

4.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE RUTAS A MANERA DE IDEA

En primera instancia para realizar de manera más selectiva el análisis técnico del proyecto se seleccionó previamente dos alternativas de rutas considerando que este proyecto en primera instancia requiere una ciclovía recreativa, es decir, que pase por lugares de recreación y turísticos de la parroquia los mismos que se presentan en la tabla 10 que serán tomados en cuenta.

Se debe cumplir que las rutas sean amigables para los usuarios es decir que no tengan problema alguno con su circulación, y a la vez que los mismos no ocasionen problemas con los demás usuarios de las vías, esto con el objetivo de tener una convivencia vial.

Tabla 10
Lugares turísticos de la parroquia Conocoto.

Atractivo Turístico	Ubicación	Tipo de turismo	Origen de Turistas	Tipo de Administración
Basílica de San Pedro de Conocoto	Parque Central	Turismo Religioso Cultural	Local, Nacional y Extranjero	Público D.M. Quito
La iglesia de Santa Rita de Casita	San Juan de la Armenia, Hospitalaria	Turismo Religioso Cultural	Local y nacional	Público
Parque recreacional la Moya	Sector la Moya	Turismo Recreativo	Nacionales y Extranjeros	Público
Parque Central de Conocoto	Centro de Conocoto	Turismo Cultural	Nacionales	Público
Centro Parroquial de Cultura	Calles Bolívar y Sucre	Turismo Cultural	Nacionales	Público
Centro de Desarrollo Comunitario San José	Hacienda San José	Turismo Cultural y Educativo	Local	Público
Parque Luciano	Antigua	Turismo Ecológico	Local y nacional	Privado

CONTINUA →

Andrade Marín de la Armenia	Vía Conocoto-Guangopolo			
Parque Metropolitano del Sur	Sector Ontaneda	Turismo ecológico	Local y nacional	Público
Balneario Vista Hermosa	Sector Barrio Vista Hermosa	Turismo Recreativo	Local y nacional	Privado
Reserva Ecológica Piscingalli		Turismo recreativo	Local y nacional	Privado
Cocorog	Señor de Los Puentes	Turismo Cultural	Local y nacional	Público
Quinta Daniel			Local y nacional	Público
Hostería Castillo del Valle		Turismo Recreativo	Local y nacional	Público
Balneario Quinta Paraíso		Turismo Recreativo	Local y nacional	Público
Deán Bajo			Local y nacional	Público
San José			Local y nacional	Público
Reservorio EE. QQ.		Ecológico	Local y nacional	Empresa Eléctrica

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia de Conocoto, 2012)

Tomando en cuenta estos lugares y previo a visitas de campo realizadas en el sector se definen dos alternativas que serán analizadas a manera de idea para así escoger la más óptima para proceder a realizar el análisis técnico de la mismas; estas alternativas se consideró un punto de salida y uno de llegada los mismos que son: El parque Metropolitano del Sur y el Parque metropolitano de la Armenia respectivamente pasando por el parque Central de Conocoto.

Para poder escoger la más óptima se considera varios parámetros que deben obtener como:

- Mayor número de lugares recreativos y turísticos.
- Menor tráfico entre sus vías que conforman las rutas.
- Obras de ingeniería menor
- Menores pendientes longitudinales.
- Menor costo a nivel de idea.

A la alternativa que tenga mejor cumplimiento con los parámetros se le procederá a realizar el análisis técnico para poder hacer el análisis de prefactibilidad económica y sensibilidad del mismo.

4.1.1 Alternativa 1

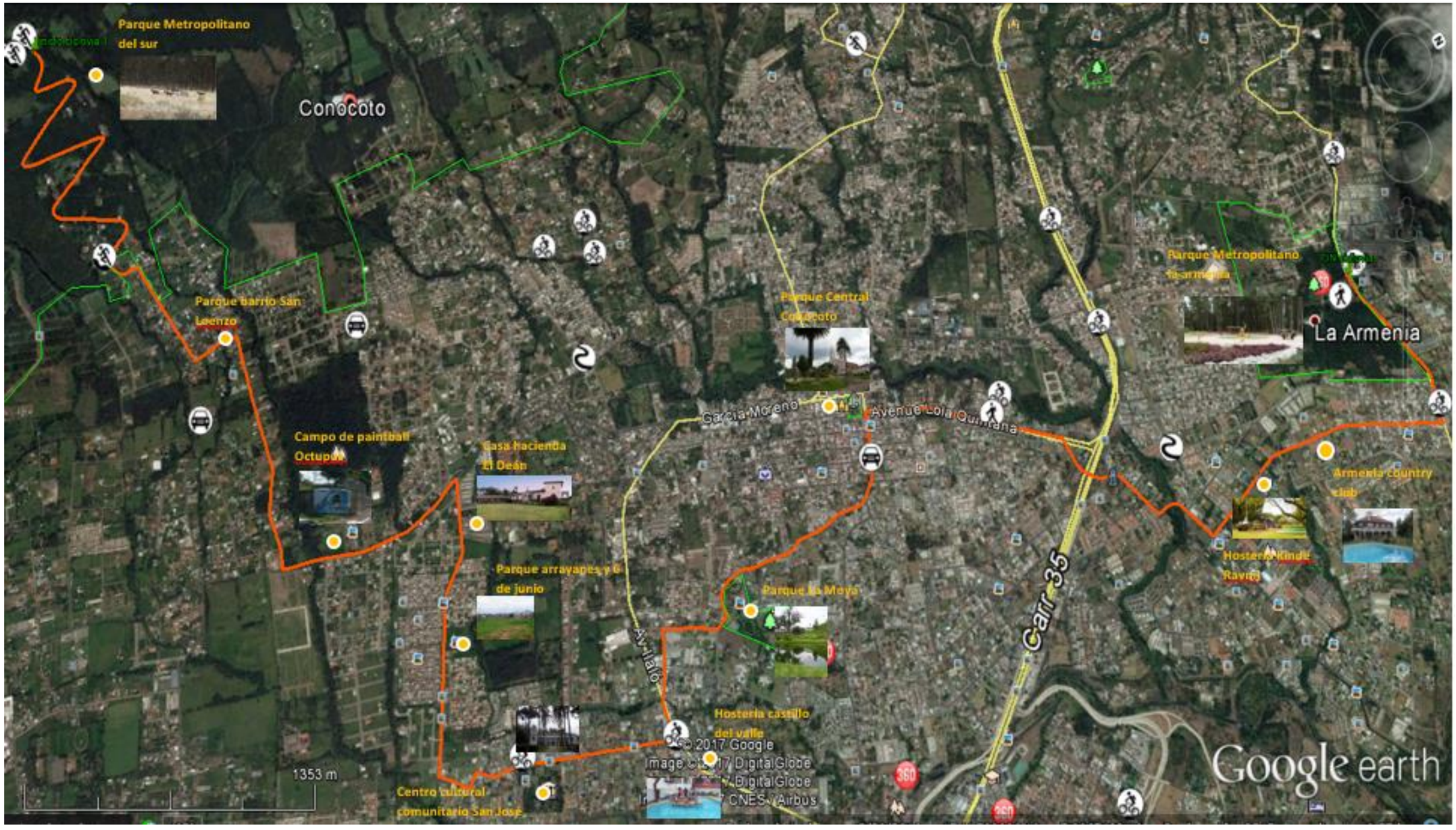


Figura 69: Ruta de la Alternativa 1.
Fuente: Google Earth

En la figura 64 se puede observar un perfil de la ruta sacado en Google Earth que nos da la idea de cómo están las inclinaciones de la ruta, se puede observar que la pendiente máxima es 26.2% que es en la parte de la bajada del Parque Metropolitano del sur hacia Conocoto y se tiene una longitud de 14.8 Km.

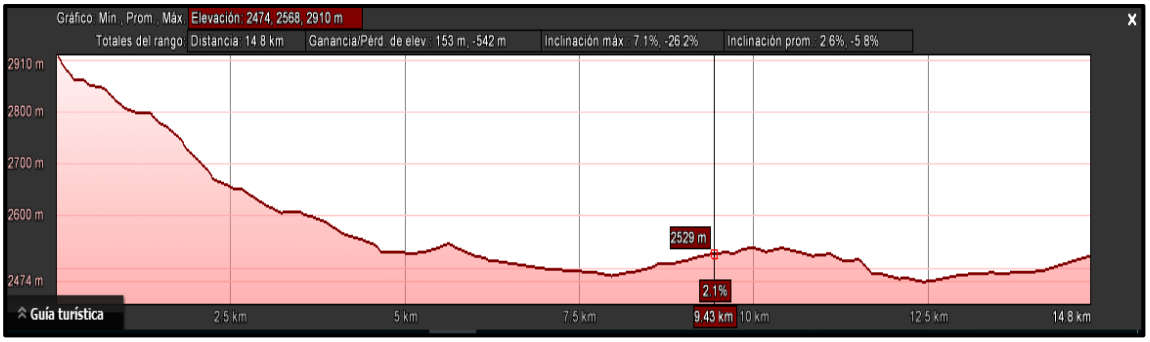


***Figura 70*:** Perfil longitudinal alternativa 1.
Fuente: Google Earth

En la Tabla 11 se menciona las características que se tiene en la ruta de la alternativa número 1, cabe recalcar que las mismas son tomadas a manera de idea, es decir que son características generalizadas.

Tabla 11
Vías y Calles de Alternativa 1.

VÍAS QUE LA COMPONEN	ANCHO (m)	FLUJO VEHICULAR	IMAGENES	FUENTE	OBRAS A CONSTRUIR
Pedro Vicente Maldonado	7-8	BAJO		Autor	-Limpieza y desbroce -Ampliación -Completacion del empedrado o asfaltado -Cunetas, obras de drenaje -Alcantarillado pluvial
Entrada a la Coop. Hospital Militar	6	BAJO		Autor	-Limpieza y desbroce -Ampliación -Completacion del empedrado o asfaltado -Cunetas, obras de drenaje -Alcantarillado pluvial
Transversal	7-8	BAJO		Autor	-Limpieza y desbroce -Ampliación -Empedrado o asfaltado -Cunetas, obras de drenaje -Alcantarillado pluvial

CONTINUA→

Av.Luis Tufiño	7	BAJO		Autor	-Señalización -Protección vehicular
Av. Panzaleo	8	MEDIO		Autor	-Señalización -Protección vehicular
Av. Del Norte	8	MEDIO		Autor	-Señalización -Protección vehicular
Vía Conocoto-Amaguaña	12	ALTO		Autor	-Señalización -Protección vehicular -Limpieza y desbroce -Ampliación -Estabilidad de talud -Puente
Av. Marquesa de Solanda	7-8	ALTO		Autor	-Señalización -Protección vehicular
San Pedro de Taboada	7	MEDIO		Google maps (en la actualidad la vía está terminada)	-Señalización -Protección vehicular

CONTINUA→

Gribaldo Miño	7-8 y 16	ALTO		Autor y Google maps	-Señalización -Protección vehicular
Av. Ilaló	12	ALTO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular
Juan Montalvo	7-8	MEDIO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular
Mejía	7-8	MEDIO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular
Eugenio Espejo	7-8	MEDIO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular
Av. Simón Bolívar	7-8	ALTO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular
Av. Lola Quintana	15	ALTO		Google earth	-Señalización -Protección vehicular

CONTINUA→

Alfredo Guangotena	7-8	ALTO		Google maps	-Señalización -Protección vehicular
Charles Darwin	7-8	MEDIO		Google maps	-Señalización -Protección vehicular
Luis Felipe Borja	7-8	MEDIO		Google maps	-Señalización -Protección vehicular
Av. Sebastián de Benalcázar	7-8	MEDIO		Google maps	-Señalización -Protección vehicular

En base a las obras de ingeniería que son necesarias en la alternativa que se observaron tras visitas de campo previas, se presentan una lista de rubros basados en la tesis de (Cabrera, Respositorio UCE , 2015) que es el diseño de una ciclovía de 13 km en la provincia de Santa Elena. Con el fin de dar una idea de un costo, por lo tanto, los precios unitarios están en función de dicha tesis y las cantidades de obra se obtuvo con un aproximado de áreas y volúmenes, en cuanto a la señalización se tomó un valor representativo según las condiciones en la que se encuentra la ruta. Cabe recalcar que son valores idealizados, es decir, para darnos una idea de lo que se tendrá en procesos posteriores.

Tabla 12
Presupuesto referencial Alternativa 1.

RUBRO	U	CANT	P. U	P. T
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	29,60	341,56	10110,18
Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	44400,00	0,34	15245,14
Excavación en suelo	M3	17760,00	2,26	40137,60
		Subtotal		65492,92
OBRAS DE CALZADA				
Acabado de la obra básica existente	M2	44400,00	0,47	20868,00
Base granular clase2	M3	6660,00	9,68	64468,80
Transporte de base	M3-km	266,40	0,37	98,57
Re empedrado	M2	7800,00	1,85	14414,52
Transporte de material para re empedrado	M3-km	1170,00	0,37	432,90
Capa de rodadura de hormigón asfaltico mezclado en planta	M2	36900,00	6,39	235791,00
Transporte de material para capa de rodadura	M3-km	145,28	0,37	53,75
Asfalto Mc250 para imprimación	Lt	4900,00	0,62	3038,00
		Subtotal		339165,54
OBRAS DE ARTE MENOR				
Remoción de hormigón	M3	999,00	14,94	14925,06
Excavación para cunetas y encauzamientos	M3	1554,00	3,28	5097,12
Hormigón estructural de cemento portland clase B para muros de ala 210 kg/cm2	M3	20,00	270,01	5400,20
Hormigón estructural de cemento portland clase B para alcantarillas de cajón 210 kg/cm2	M3	15,00	270,01	4050,15

CONTINUA→

Hormigón estructural de cemento portland clase C para cunetas laterales 180 kg/cm2	M3	777,00	163,15	126767,55
Suministro e instalación de tubería de hormigón armado D=1,20m	m	40,00	162,00	6480,00
Acero de refuerzo (muros ala) fy 4200 kg/cm2	Kg	1200,00	1,99	2388,00
Acero de refuerzo (alc, cajón) fy 4200 kg/cm2	kg	800,00	1,99	1592,00
Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	U	148,00	172,82	25577,36
			Subtotal	192277,44
SEÑALIZACION VERTICAL				
Señales a lado de la carretera	u	148,00	205,20	30369,60
SEÑALIZACION HORIZONTAL				
Marcas de pavimento (pintura amarilla y blanca/acrílica)	m	2960,00	1,86	5505,60
Marcas de pavimento (símbolo, letras, flechas, pintura acrílica/blanca)	M2	4440,00	9,87	43822,80
Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva de 143x115x19mm/ color verde/tipo tachón)	u	1480,00	10,11	14962,80
SEMAFORIZACIÓN				
Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incl, UPS	u	5,00	14770,54	73852,70
Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales	U	10,00	247,35	2473,50
Semáforos de 3 módulos 12” vehiculares en policarbonato y con lámparas de leds	U	10,00	993,37	9933,70
Poste de semáforo para vehículos de 10mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	U	10,00	362,09	3620,90

CONTINUA→

Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo	U	10,00	79,36	793,60
Basamento de hormigón para regulador de 12 fases	U	10,00	160,70	1607,00
Basamento de hormigón para columna vehicular y peatonal	U	10,00	126,65	1266,50
Instalación de poste tipo columna vehicular o peatonal	U	10,00	27,06	270,60
		Subtotal		188479,30
TOTAL				785415,19

Fuente: (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

4.1.2 Alternativa 2

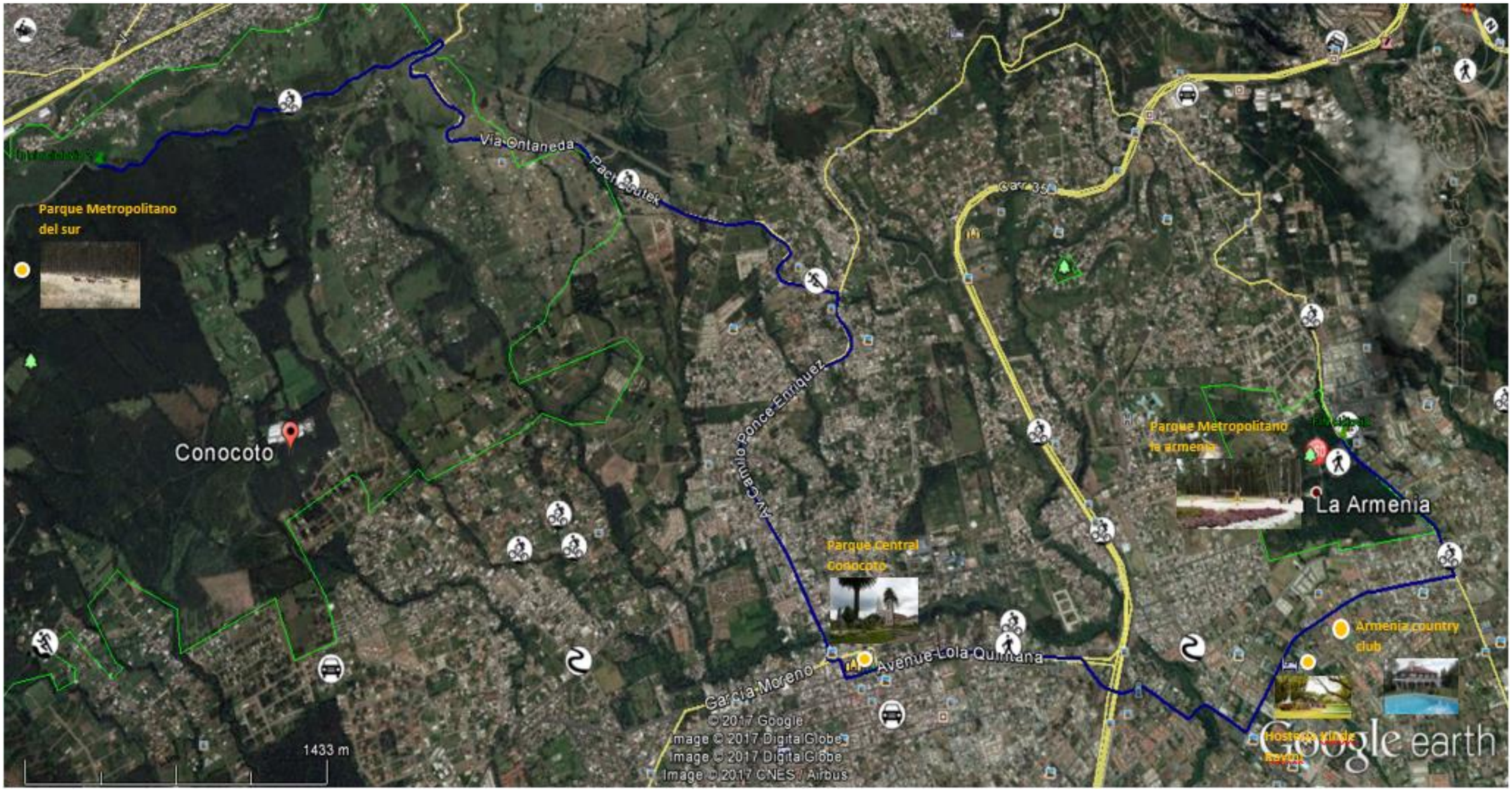


Figura 71: Ruta de la Alternativa 2

Fuente: Google Earth

La segunda alternativa parte desde la salida norte del Parque Metropolitano del Sur y se dirige hacia la vía Ontaneda, como se puede observar esta ruta tiene curvas muy cerradas, en la siguiente figura se indica una pendiente máxima de 29.1% y una longitud de 12.7 Km (figura 66).

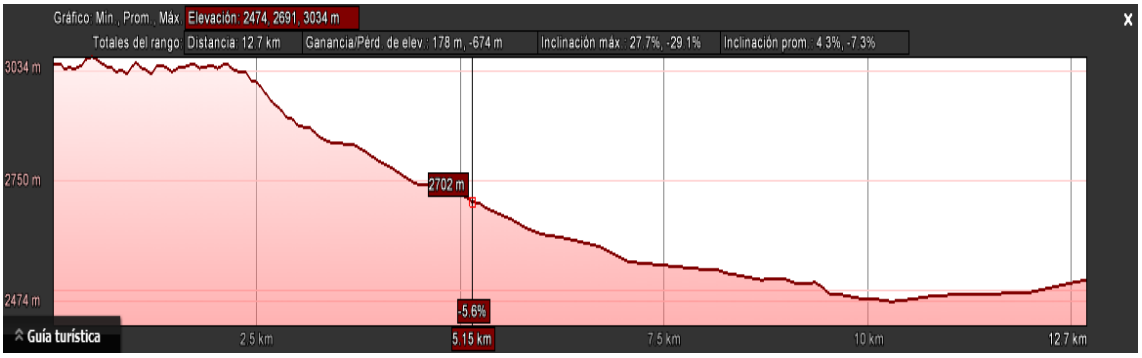


Figura 72: Perfil longitudinal de la Alternativa 2.

Fuente: Google Earth

Cabe recalcar que los datos descritos en las alternativas no son exactos debido a que se los saco de Google Earth como son: Longitud, Elevaciones, Pendientes, entre otros. Con el objetivo de tener las ideas claras de las alternativas y así con las características de cada una, proceder a escoger la más conveniente tanto para el usuario como para las personas que se encarguen de la construcción en el caso de realizarse.

Tabla 13
Vías y calles Alternativa 2.

VÍAS QUE LA COMPONEN	ANCHO (m)	FLUJO VEHICULAR	IMAGENES	FUENTE	OBRAS A CONSTRUIR
PARQUE METROPOLITANO-VIA A CONOCOTO	7-8	BAJO		Autor	-Limpieza y desbroce -Ampliación -bordillos -Completacion del empedrado o asfaltado -Cunetas, obras de drenaje -Alcantarillado pluvial -Señalización -Protección Vehicular
VIA A CONOCOTO	6	ALTO		Autor	-Ampliación -Completacion del empedrado o asfaltado -Señalización -Protección Vehicular
VIA CAMILO PONCE ENRIQUEZ	7-8	ALTO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
POLIT LASSO	7	ALTO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
ROCAFUERTE	8	ALTO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
Av. Lola Quintana	15	ALTO		Google Earth	-Señalización -Protección Vehicular

CONTINUA→

Alfredo Guangotena	7-8	ALTO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
Charles Darwin	7-8	MEDIO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
Luis Felipe Borja	7-8	MEDIO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular
Av. Sebastián de Benalcázar	7-8	MEDIO		Google Maps	-Señalización -Protección Vehicular

De igual forma se presentan los rubros a manera de idea basándose en visitas de campo al sitio y a la tesis de (Cabrera, Respositorio UCE , 2015) donde presento varios rubros sobre el diseño de la ciclovía. Con el fin de dar una idea de un costo, por lo tanto, los precios unitarios están en función de dicha tesis y las cantidades de obra se obtuvo con un aproximado de áreas y volúmenes, en cuanto a la señalización se tomó un valor representativo según las condiciones en la que se encuentra la ruta. Cabe recalcar que son valores idealizados, es decir, para darnos una idea de lo que se tendrá en procesos posteriores.

Tabla 14

Presupuesto referencial Alternativa 2.

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	Precio Unitario	PRECIO TOTAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS				DOLARES
Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	25,40	512,34	13013,44
Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	38100,00	0,34	13081,98
Excavación en suelo	M3	15240,00	3,39	51663,60
		Subtotal		77759,01
OBRAS DE CALZADA				
Acabado de la obra básica existente	M2	38100,00	0,71	26860,50
Base granular clase2	M3	5715,00	9,68	55321,20
Transporte de base	M3-km	450,00	0,37	166,50
Capa de rodadura de hormigón asfaltico mezclado en planta	M2	38100,00	6,39	243459,00
Transporte de material para capa de rodadura	M3-km	150,00	0,37	55,50
Asfalto Mc250 para imprimación	Lt	5000,00	0,62	3100,00
		Subtotal		328962,70
OBRAS DE ARTE MENOR				
Remoción de hormigón	M3	0,69	14,94	10,29
Excavación para cunetas y encauzamientos	M3	1333,50	3,28	4373,88
Hormigón estructural de cemento portland clase B para muros de ala 210 kg/cm2	M3	50,00	270,01	13500,50
Hormigón estructural de cemento portland clase B para alcantarillas de cajón 210 kg/cm2	M3	50,00	270,01	13500,50
Hormigón estructural de cemento portland clase C para cunetas laterales 180 kg/cm2	M3	666,75	163,15	108780,26
Hormigón estructural de cemento portland clase C para bordillos 180 kg/cm2	M3	857,25	163,15	139860,34
Suministro e instalación de tubería de hormigón armado D=1,20m	m	50,00	162,00	8100,00

CONTINUA→

Acero de refuerzo (muros ala) fy 4200 kg/cm2	Kg	1500,00	1,99	2985,00
Acero de refuerzo (alc, cajón) fy 4200 kg/cm2	kg	1200,00	1,99	2388,00
Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	U	127,00	172,82	21948,14
		Subtotal		315446,91
SEÑALIZACIÓN				
SEÑALIZACION VERTICAL				
Señales a lado de la carretera	u	254,00	205,20	52120,80
SEÑALIZACION HORIZONTAL				
Marcas de pavimento (pintura amarilla y blanca/acrílica)	m	2540,00	1,86	4724,40
Marcas de pavimento (símbolo, letras, flechas, pintura acrílica/blanca)	M2	3810,00	9,87	37604,70
Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva de 143x115x19mm/ color verde/tipo tachón)	u	1270,00	10,11	12839,70
SEMAFORIZACIÓN				
Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incl, UPS	u	8,00	14770,54	118164,32
Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales	U	15,00	247,35	3710,25
Semáforos de 3 módulos 12” vehiculares en policarbonato y con lámparas de leds	U	15,00	993,37	14900,55
Poste de semáforo para vehículos de 10mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	U	15,00	362,09	5431,35
Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo	U	15,00	79,36	1190,40
Basamento de hormigón para regulador de 12 fases	U	15,00	160,70	2410,50
Basamento de hormigón para columna vehicular y peatonal	U	15,00	126,65	1899,75

CONTINUA→

Instalación de poste tipo columna vehicular o peatonal	U	15,00	27,06	405,90
			Subtotal	255402,62
			TOTAL (DÓLARES)	977571,24

Fuente: (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

4.1.3 Cuadro Comparativo

Tabla 15

Cuadro comparativo entre Alternativa 1 y Alternativa 2

PARÁMETROS	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
LUGARES TURÍSTICOS	- Parque Metropolitano del Sur - Parque barrio San Lorenzo - Octupus paintball - Casa Hacienda El Deán - Parque 6 de junio - Casa Cultural - Bunker foodpark - Parque recreacional La Moya - Parque Central Conocoto - Hostería Castillo del Valle - Hostería Kinde Raymi - Armenia Country Club - Parque Metropolitano la Armenia	- Parque Metropolitano del Sur - Parque Central Conocoto - Hostería Castillo del Valle - Hostería Kinde Raymi - Armenia Country Club - Parque Metropolitano la Armenia
PENDIENTES	- Max:7.0%, -25.7% - Promedio: 2.8%, -5.6% (Google earth)	- Max:32.8%, -39.9% - Promedio: 6.1%, -7.1% (Google earth)
LONGITUD	14.8 KM	12.7 KM

CONTINUA→

OBRAS A CONSTRUIR	- Obras de drenaje vial - Colector - Adecuación vial - Bordillos en algunas calles - Obras civiles en el primer tramo - Estabilización de taludes - Señalización de las vías tanto horizontal como vertical incluyendo ya la ciclovía - Repavimentación de algunas vías Nota: en Proyecto construcción del puente de la vía Charles Darwin	-Obras de drenaje vial -Asfaltado del primer tramo de la vía -Estabilización de taludes -Obras civiles en el primer tramo salida del parque Metropolitano -Alcantarillado -Señalización a lo largo de toda la ruta tanto vertical como horizontal tomando en cuenta ya la ciclovía -Repavimentación de algunas vías -Nota: al inicio de la ruta se contiene canales del EMAPS en donde existen carteles que nos recomiendan no realizar trabajos con maquinaria pesada.
FLUJO VEHICULAR	- 4 Vías con flujo Bajo (24%) - 6 vías con flujo Medio (35%) - 7 vías con flujo Alto (41%)	-1 vía flujo bajo (10%) -3 vías flujo medio (30%) -6 vías flujo alto (60%)
COSTOS	- 785415,19 dólares	-977571,24 dólares

Como puede constatar en las tablas 11, 12, 13, 14 y 15 la alternativa numero 1 tiene mayor número de lugares turísticos y de recreación existentes en la parroquia, así como también menor porcentaje de vías con alto flujo vehicular y sobre todo las obras a realizarse no son de mucha extensión lo que generaría un ahorro económico en el caso de la implementación de esta ciclovía, esto se lo puede ver claramente en la tabla 12 donde se tomó como referencia el trabajo de (Cabrera,

2015), quien realizó un análisis de costos unitarios para la construcción de una ciclovía en la provincia de Santa Elena, se tomó los rubros que se prevé utilizar en el presente proyecto, será corregido y analizado completamente en el desarrollo técnico de la alternativa escogida. Como se indicó el valor de la alternativa numero 1 es menor al del costo de la alternativa numero 2 pese a que tiene una mayor longitud, esto se debe a que se asume un valor mayor de precio unitario en un 50% adicional debido a que las obras preliminares se las realizará con mano de obra, pues como se indica en la figura 67 no es permitido en este sector realizar construcciones con maquinaria pesada, y otra razón es debido a que la alternativa numero 2 debido a su alto tráfico, curvas muy cerradas es necesaria mayor señalización.

***Figura 73*:** Prohibición de construcción con maquinaria pesada en la Alternativa 2.

Conclusión:

Por contener un mayor número de lugares turísticos y de recreación, menor número de obras complementarias, menor flujo vehicular y sobre todo menor costo económico, se toma como alternativa para el análisis técnico a la ALTERNATIVA NUMERO 1. Cabe recalcar que el análisis

realizado es previo y no con datos exactos; esto con el fin de escoger la mejor para continuar con el análisis técnico y así dar una buena propuesta de ciclovía.

Es necesario mencionar que la Administración Zonal Los Chillos ya tenía una ruta, pero con fines de un ciclopaseo, la misma tiene una concordancia muy considerable lo que manifestaron que el recorrido de la alternativa numero 1 es una muy buena propuesta.

4.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para el diseño geométrico de la vía previamente se realizaron varias visitas de campo con el fin de verificar la topografía y ubicar las obras necesarias en la vía, como son ampliaciones, obras de drenaje vial entre otras ANEXO 3.

En este país si bien es cierto no se ha definido una normativa exclusiva para el diseño de una ciclovía y las existentes se han basado en normas extranjeras que ya han realizado estudios previos, por ejemplo, las ciclovías de la ciudad de Quito se han realizado en base al manual elaborado por el Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo de México por lo tanto para el presente proyecto se eligen las siguientes normativas:

- “Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas”, Crow, Holanda, 2006, Versión español 2011.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). “Guide for developmente of bicycle facilities”, USA, 1999.

- "Ciclociudades (Tomo IV infraestructura)", Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo, Mexico, 2011.
- "SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS (INEN 004)", Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013.

A la vez también se considerarán criterios para los diseños geométricos y para las obras complementarias:

- "Normas de Diseño Geométrico", Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), Ecuador, 2003.

4.2.1 Levantamiento Topográfico

Según las normativas (MTOP M. d., 2012), los terrenos se clasifican según su pendiente transversal como se indica en la tabla 16**:**

Tabla 16
Tipos de Terreno según la pendiente transversal.

TIPO DE TOPOGRAFÍA		
TERRENO		**n(%)**
Llano		<5
ondulado		6-12
Montañoso	**Suave**	**13-40**
	Escarpado	>40

Fuente: (MTOP M. d., 2012)

El proyecto de acuerdo a la clasificación dada, contiene zonas con las 3 clasificaciones, por ejemplo, la parte alta del proyecto seleccionado es Montañoso, la siguiente parte en la bajada hacia

el sector del municipio es Ondulado de igual forma a partir de la Av. Ilaló hasta llegar al parque de la Armenia, y la parte de tipo Llano es en el Municipio de los Chillos.

Se presenta los tipos de terreno:

- Montañoso

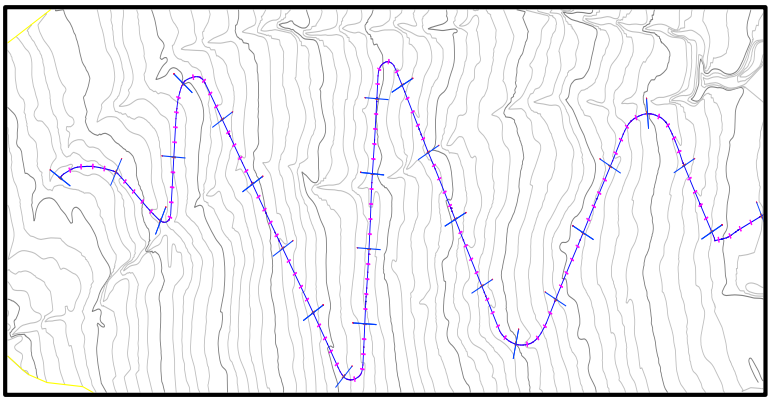


Figura 74: Terreno Montañoso en la ciclovía abscisas 0+000 - 3+400 m

- Ondulado

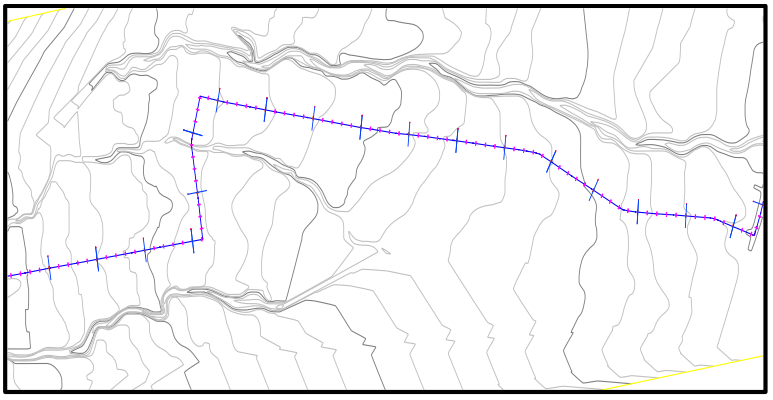


Figura 75: Terreno ondulado en la ciclovía Abscisas 3+800 - 5+200m

- Llano

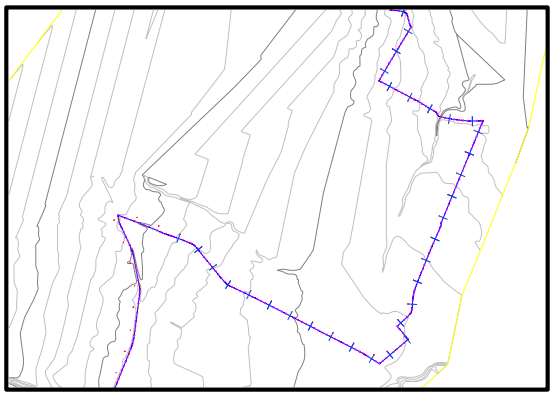
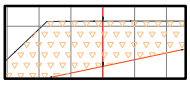
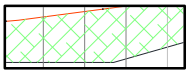


***Figura 76*:** Terreno plano en la ciclovía Abscisa 6+200 - 9+600m

Se utiliza una topografía que proporcionó el Ingeniero Oswaldo Padilla Director del Laboratorio de Geomática y Sensores Remotos. La misma que se procedió a comprobar con el programa AutoCAD Civil 3D en su versión 2015, sacando perfiles de las secciones y comprobándolas en el campo de donde se obtiene lo siguiente:

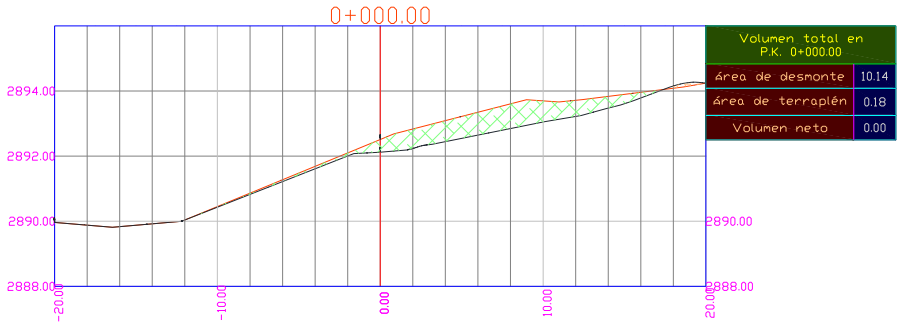
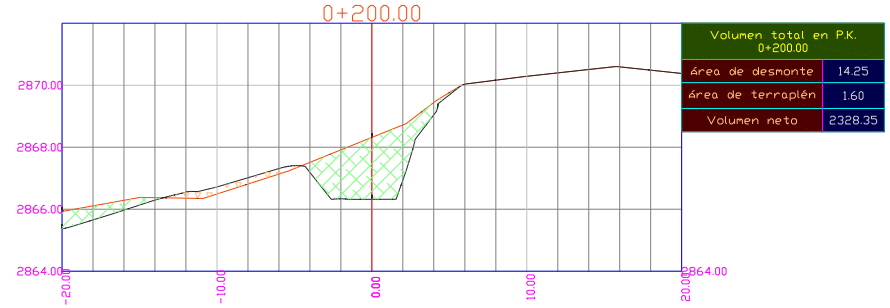
En la tabla 17 se tiene perfiles cada 200 metros al largo de toda la ruta, se puede observar dos tipos de sombreado de diferente color:

-  que representa relleno realizado.
-  representa el corte realizado.

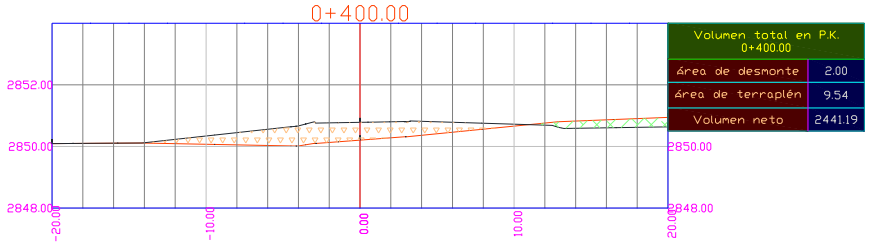
Es necesario aclarar que las áreas tanto de corte como relleno se encuentran en m^2 y el volumen neto que es el volumen acumulado hasta la abscisa que se indica está en m^3.

Tabla 17

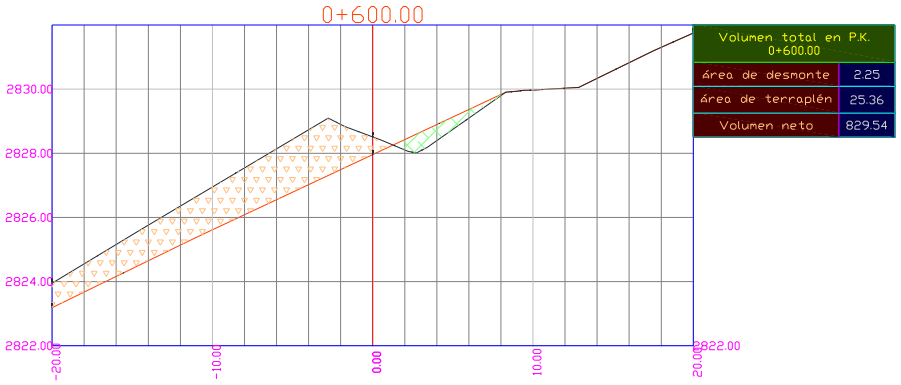
Comparación de la topografía por medio de secciones transversales.

CORTE TRANSVERSAL	FOTOGRAFIA ACTUAL	CONDICIÓN
		**CUMPLE**
		**CUMPLE**

CONTINUA→

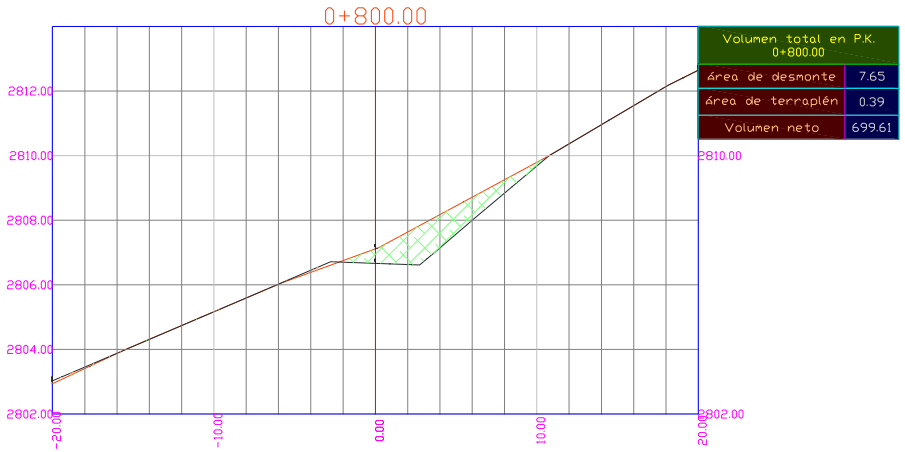


CUMPLE

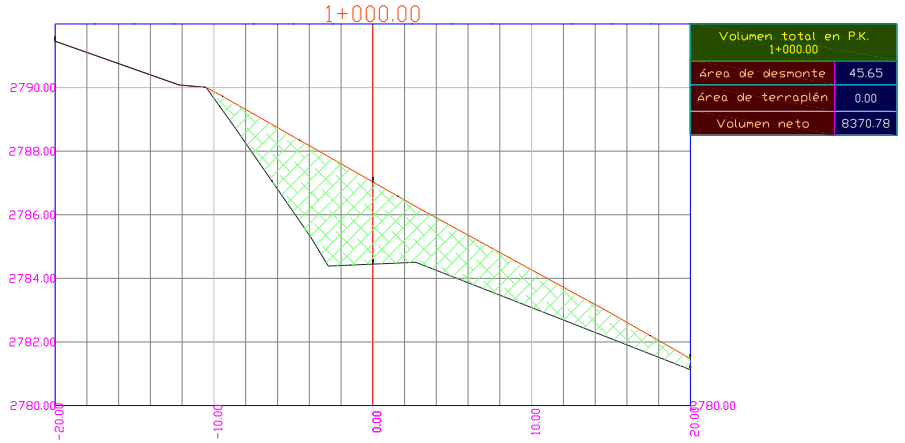


NO CUMPLE

CONTINUA→

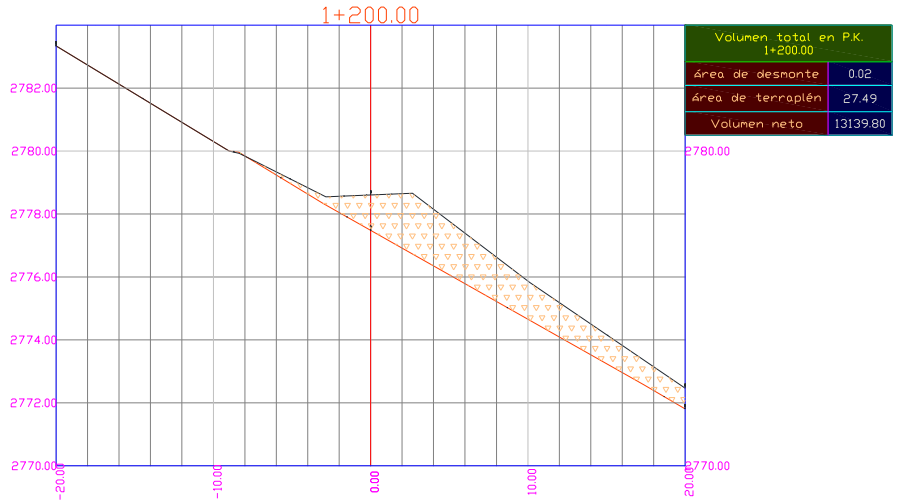


CUMPLE

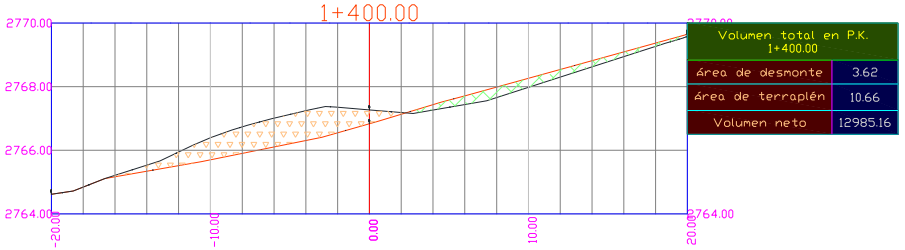


CUMPLE

CONTINUA→

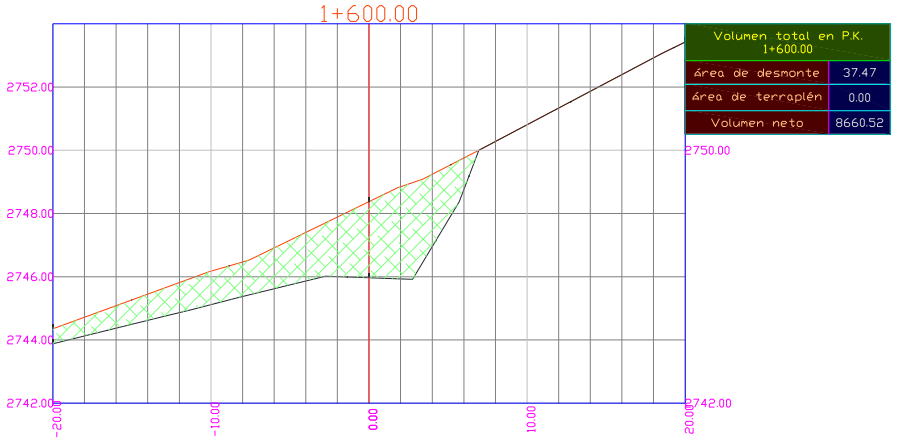


CUMPLE

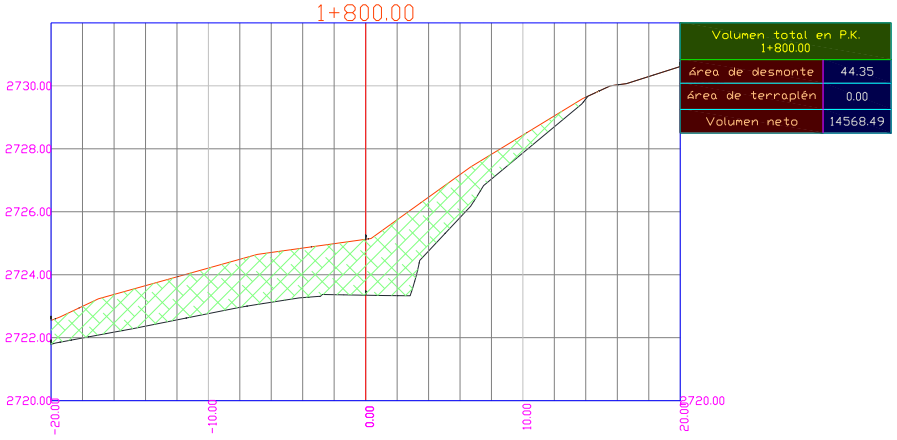


CUMPLE

CONTINUA→

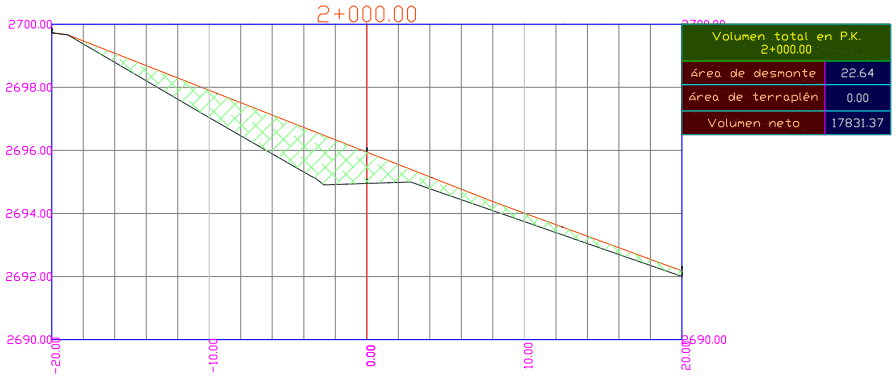


CUMPLE

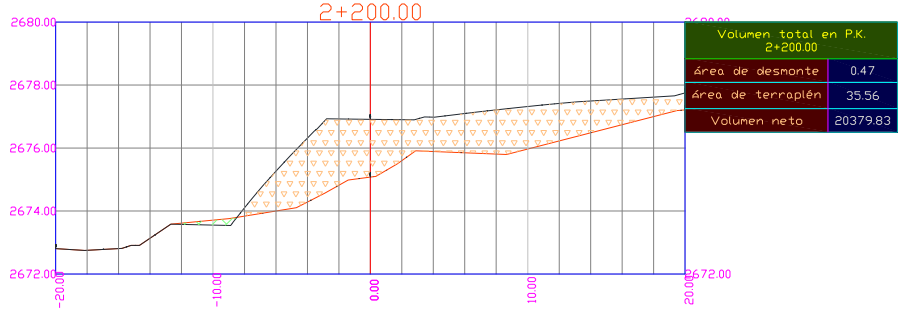


CUMPLE PARCIALMENTE

CONTINUA→

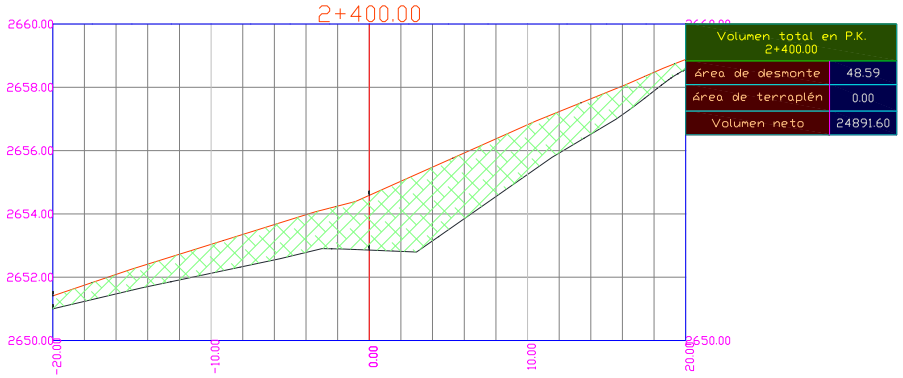
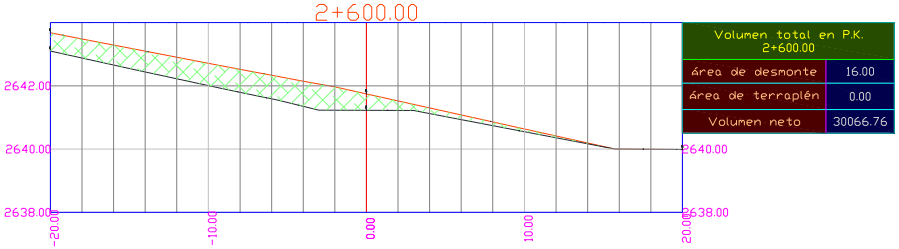
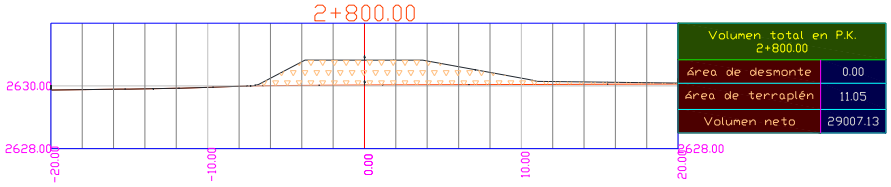


CUMPLE

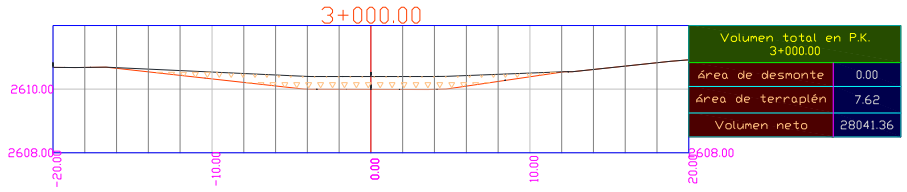
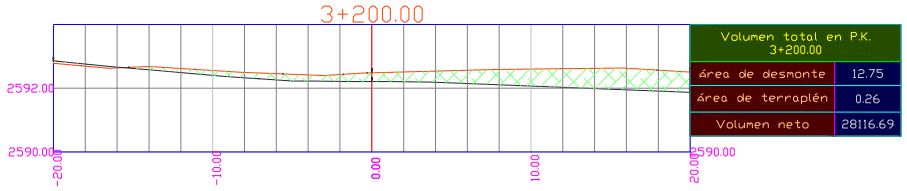
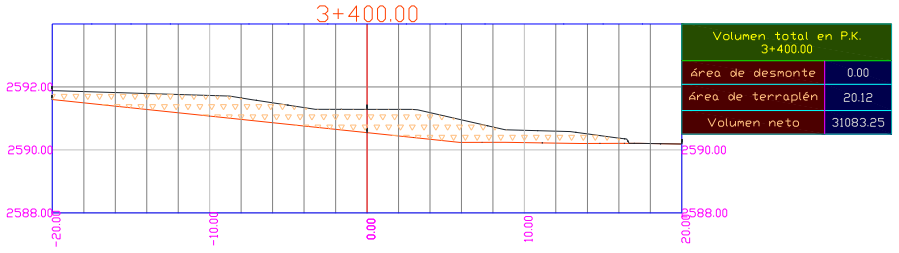
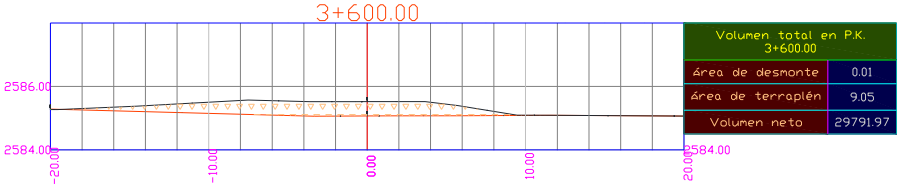


CUMPLE PARCIALMENTE

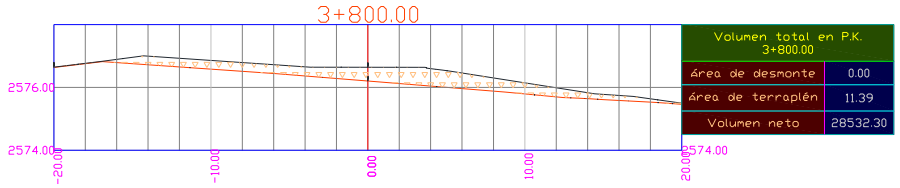
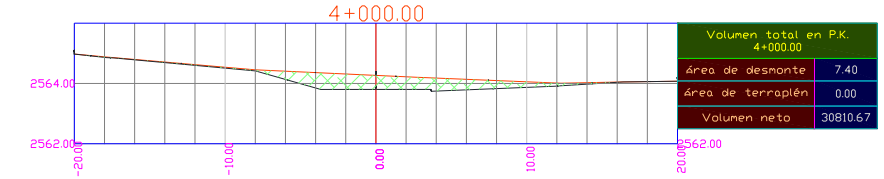
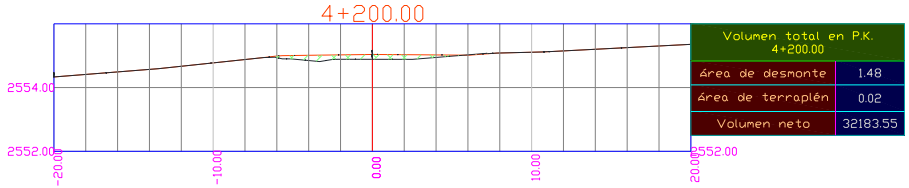
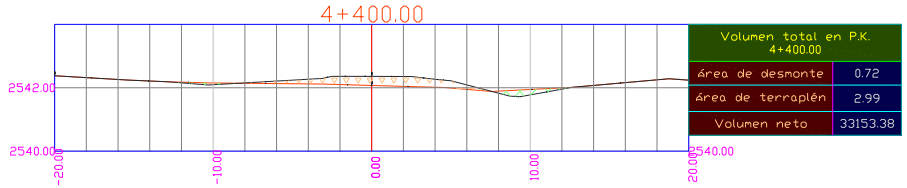
CONTINUA→

		**CUMPLE**
		**CUMPLE**
		**CUMPLE**

CONTINUA→

		**CUMPLE**
		**CUMPLE**
		**CUMPLE** **Fuente:** Google Maps
		**CUMPLE** **Fuente:** Google Maps

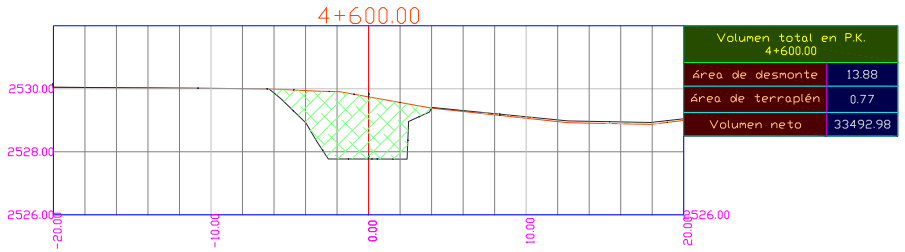
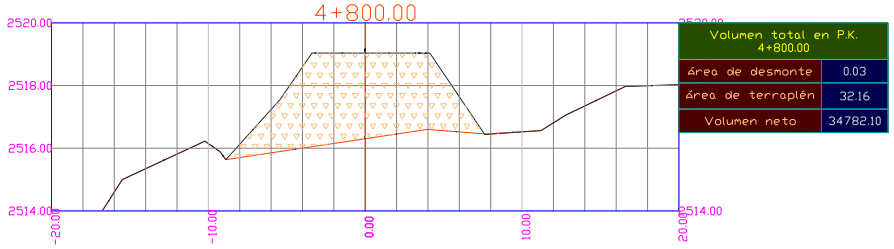
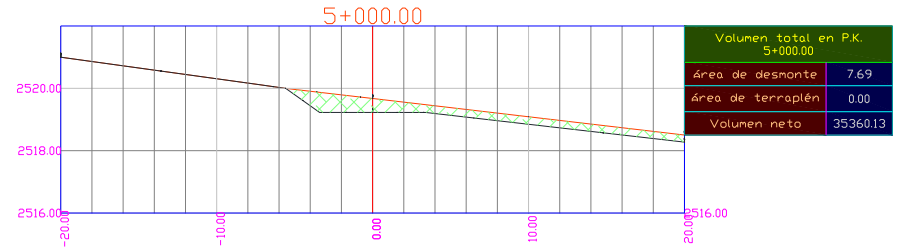
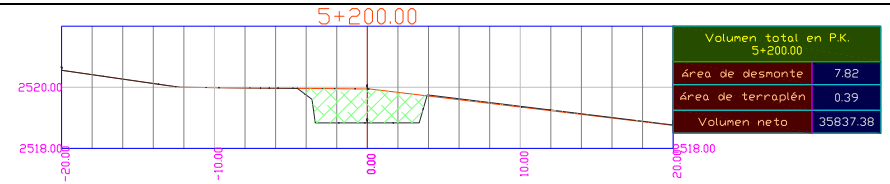
CONTINUA→

		**CUMPLE**
		**CUMPLE**
		**CUMPLE**
		**CUMPLE**

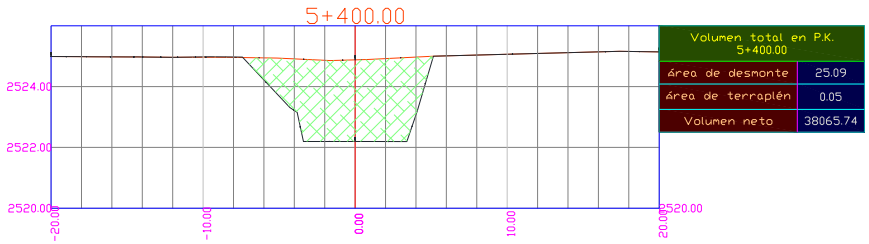
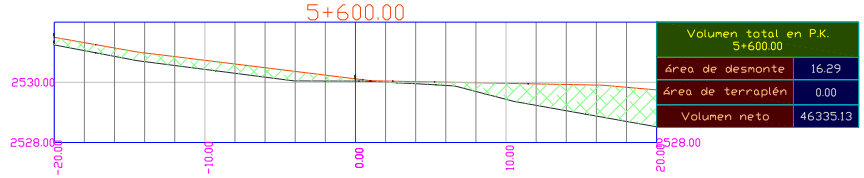
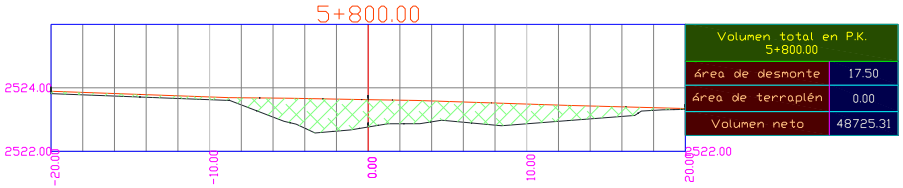
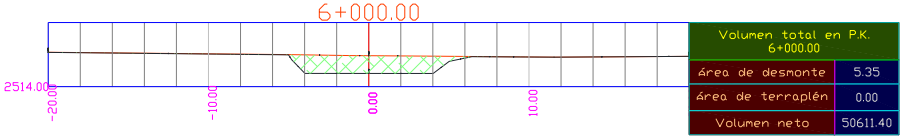
Fuente: Google Maps

Fuente: Google Maps

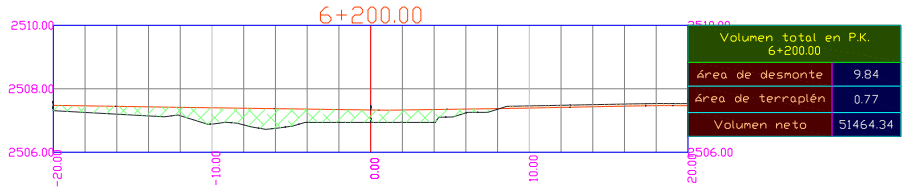
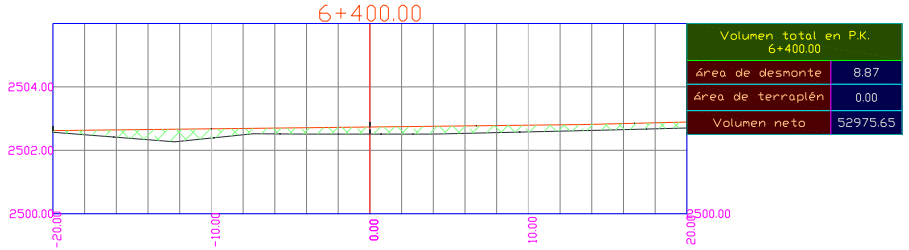
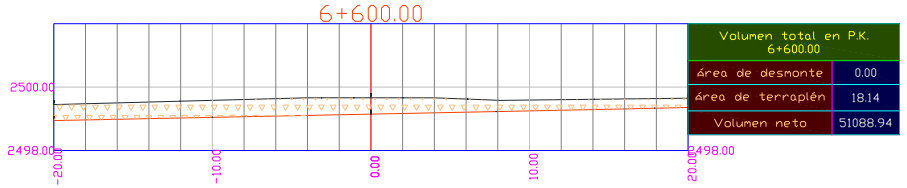
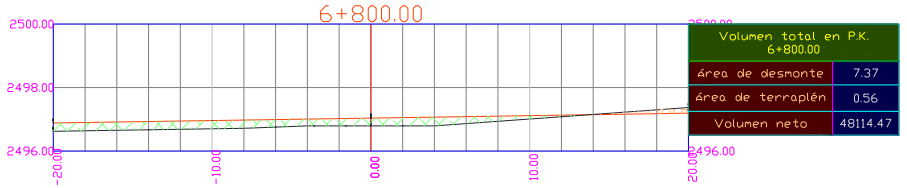
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

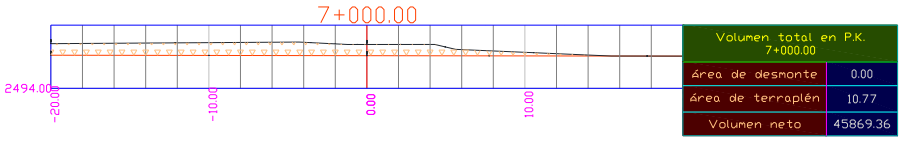
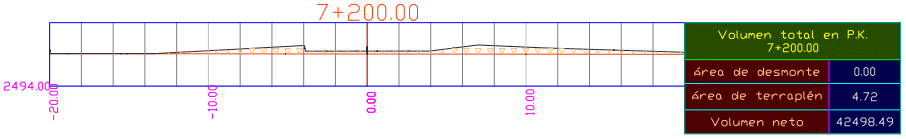
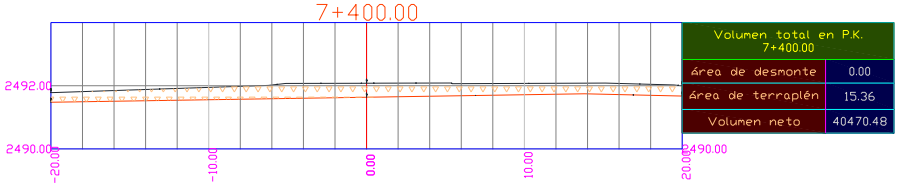
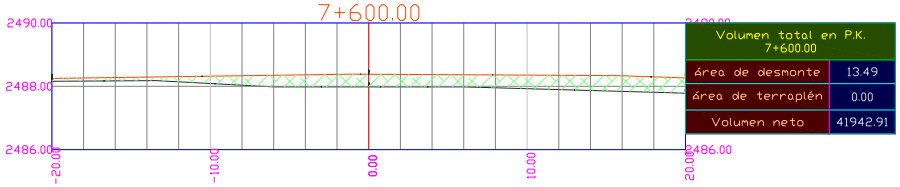
CONTINUA→

		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

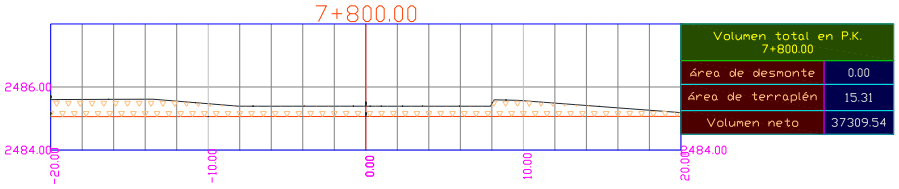
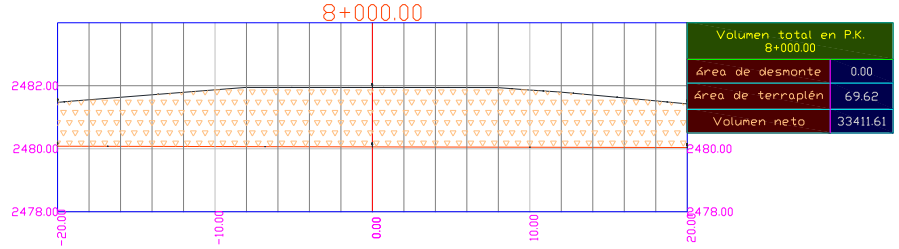
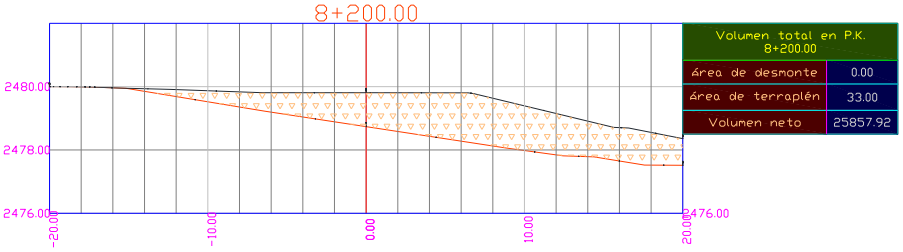
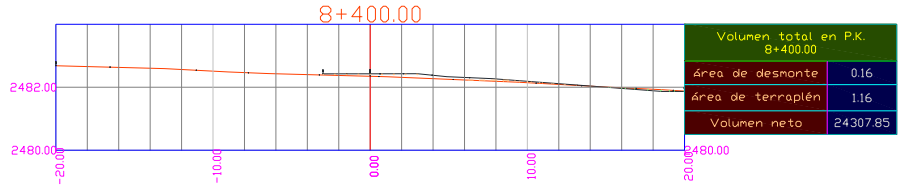
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

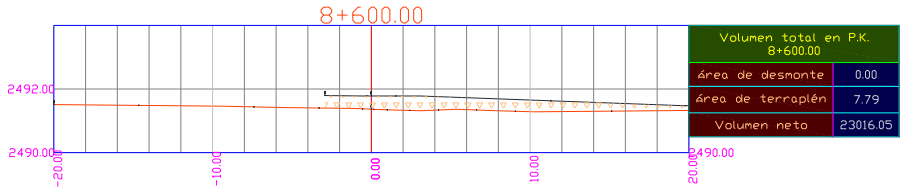
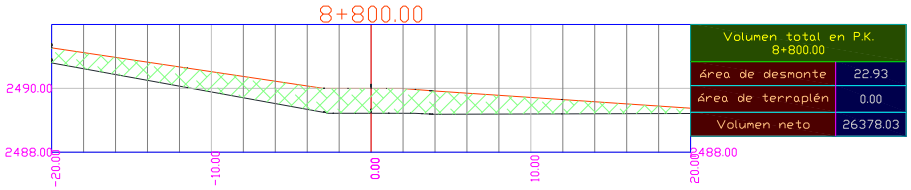
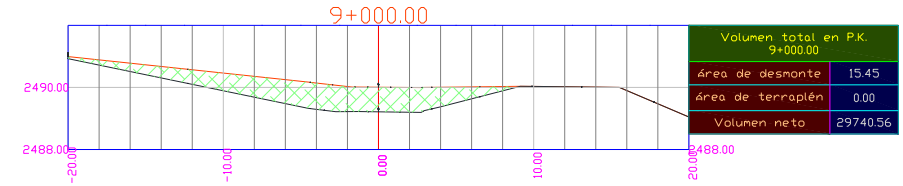
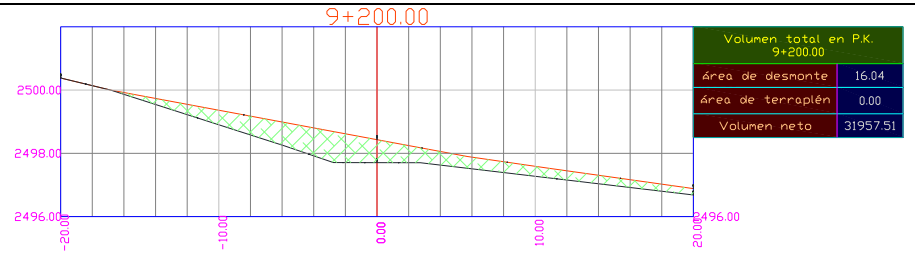
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

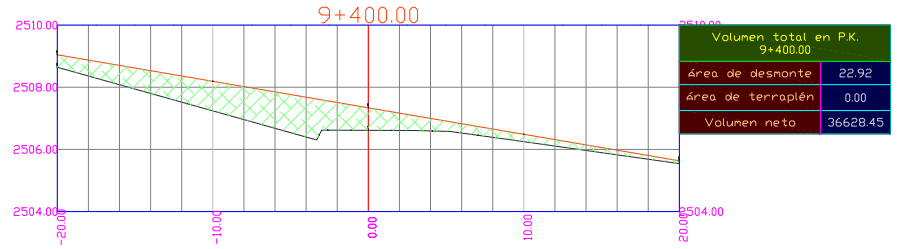
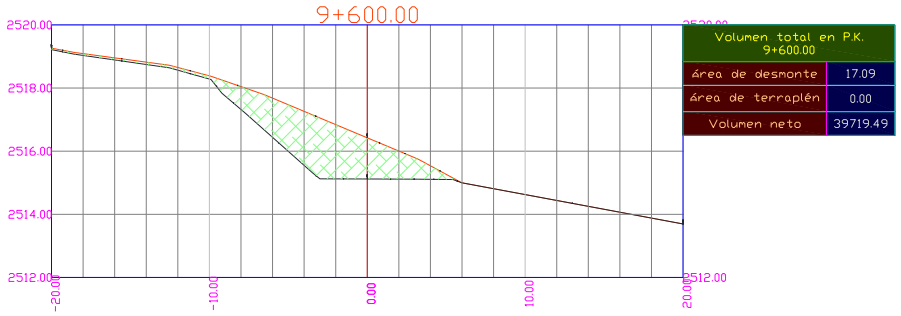
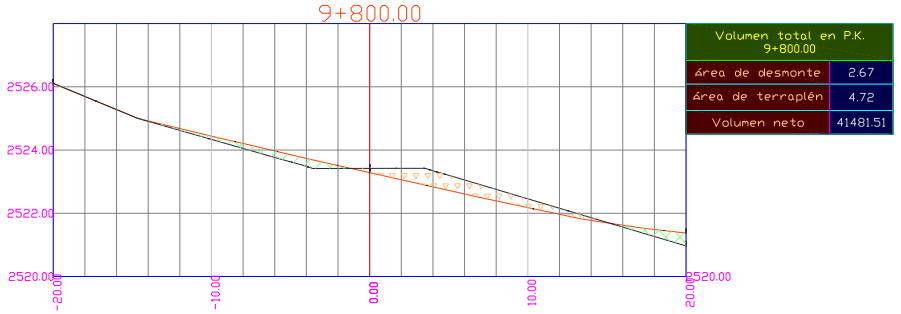
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

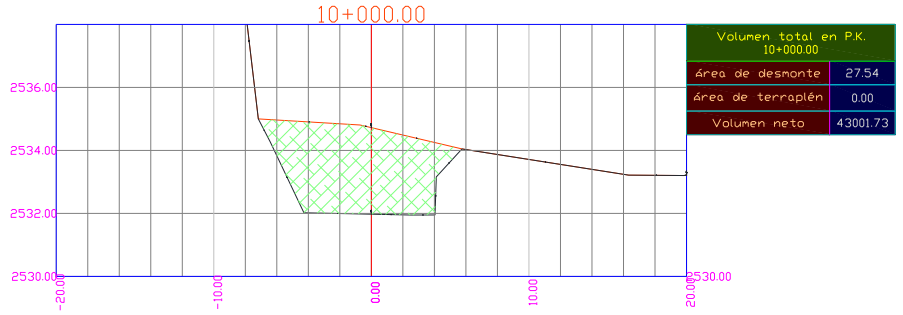
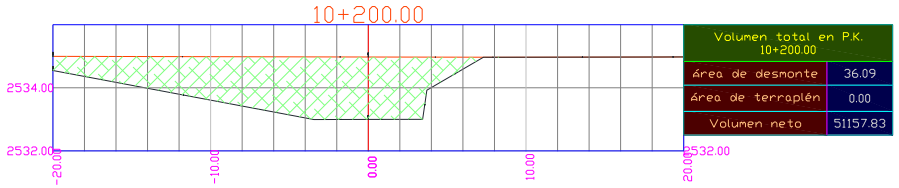
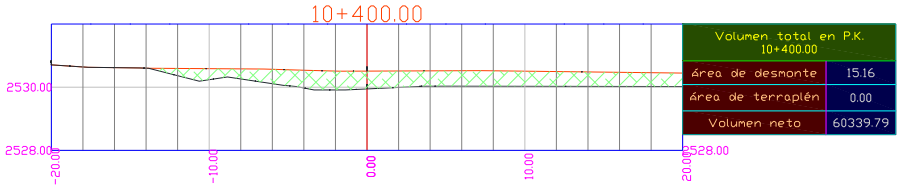
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

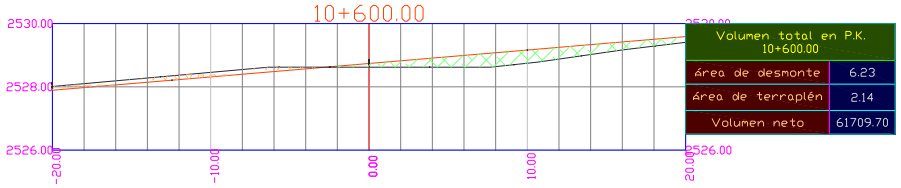
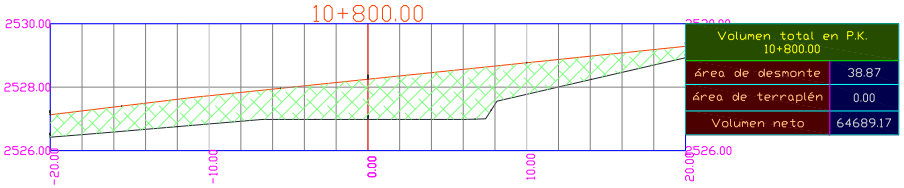
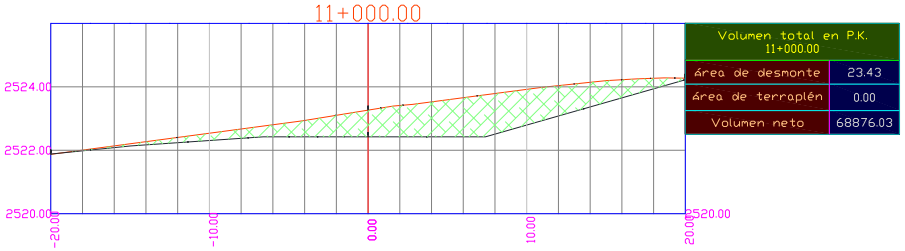
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

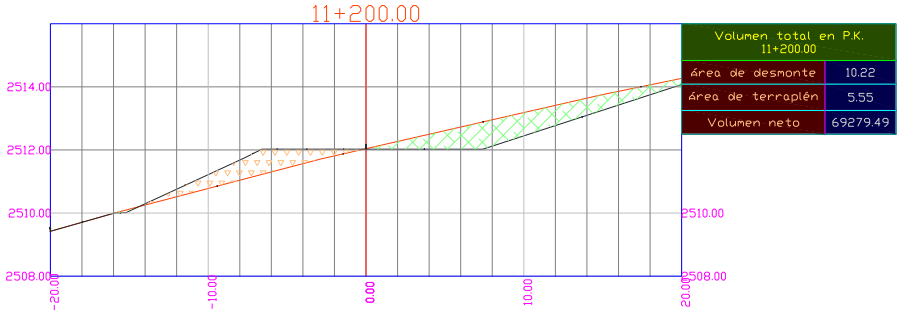
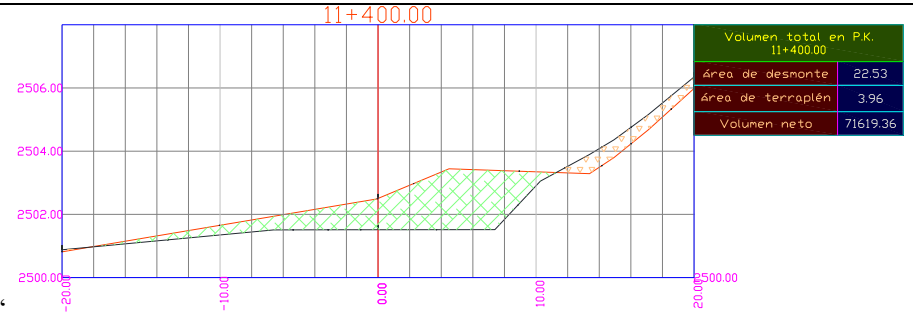
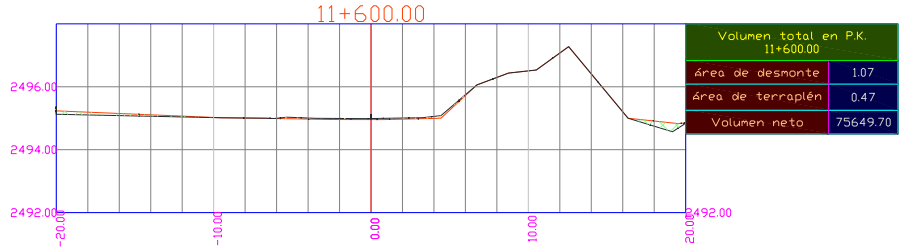
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

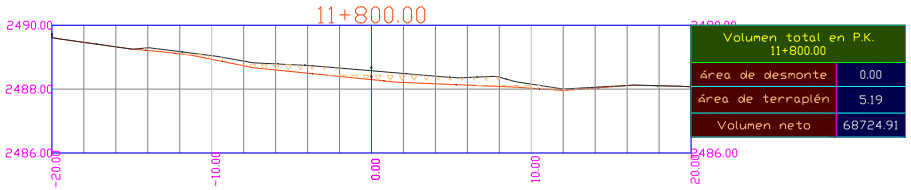
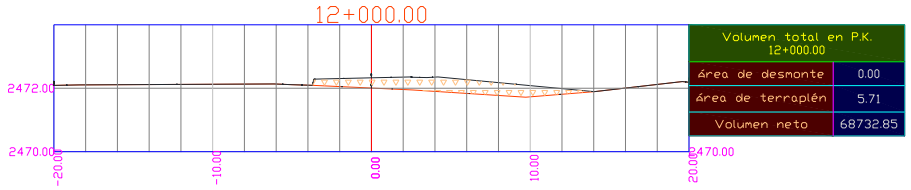
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

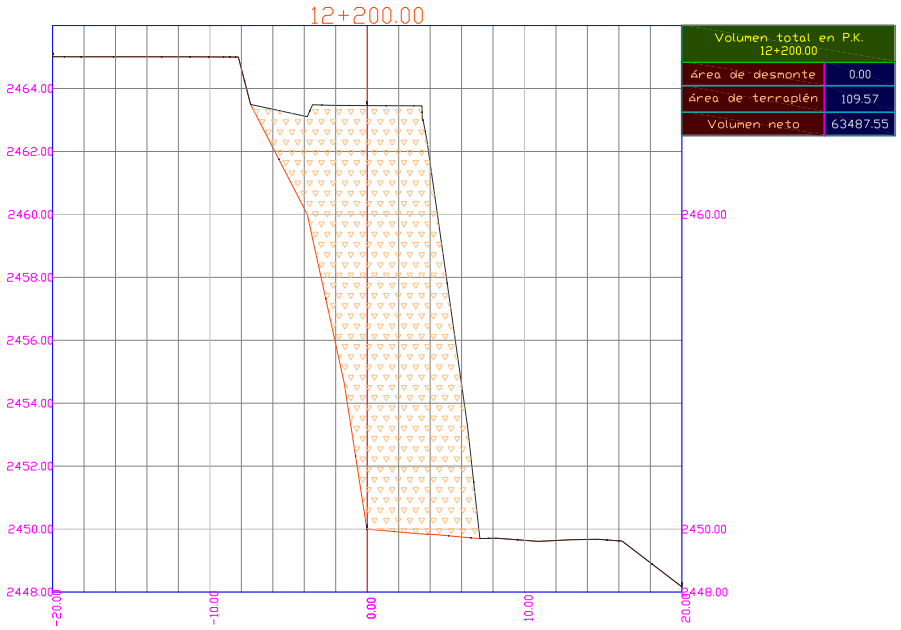
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

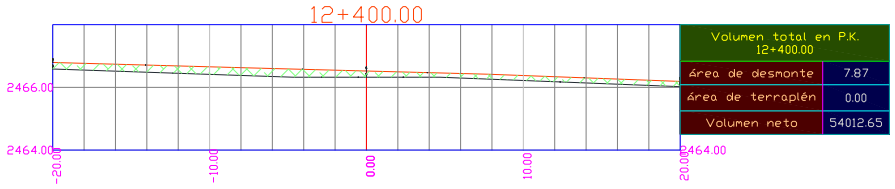
CONTINUA→



Fuente: Google Maps

SECTOR PUENTE Av. Charles Darwin

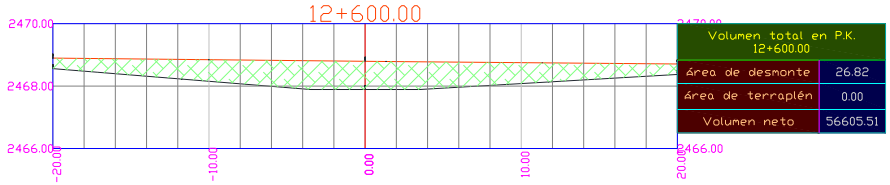
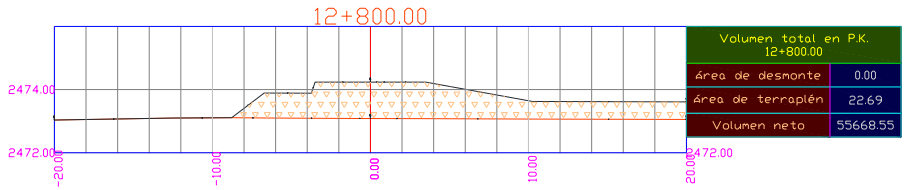
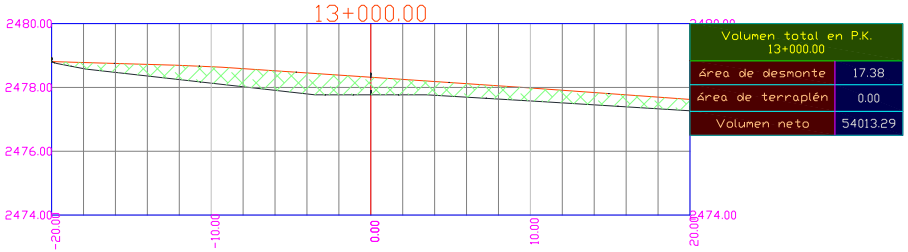
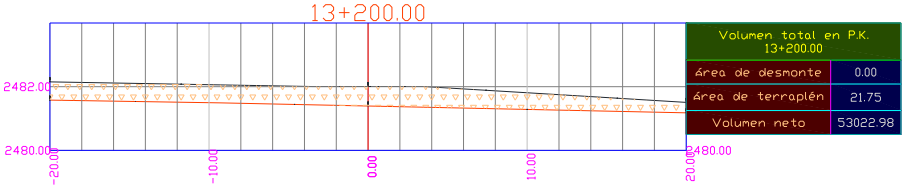
CUMPLE



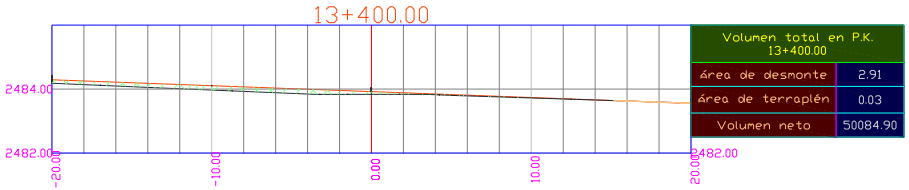
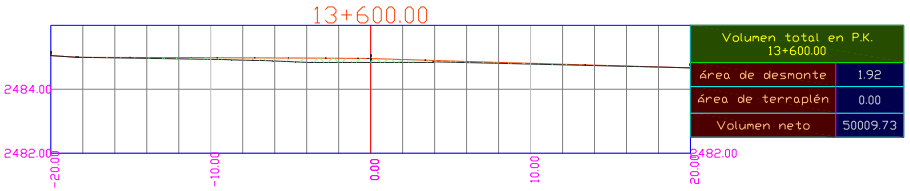
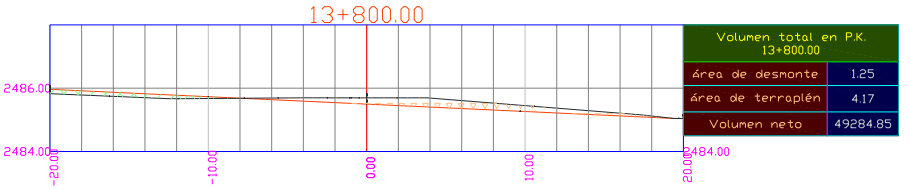
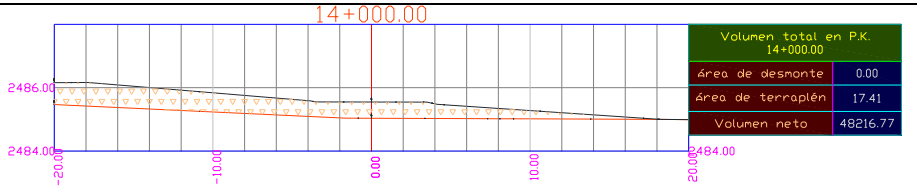
Fuente: Google Maps

CUMPLE

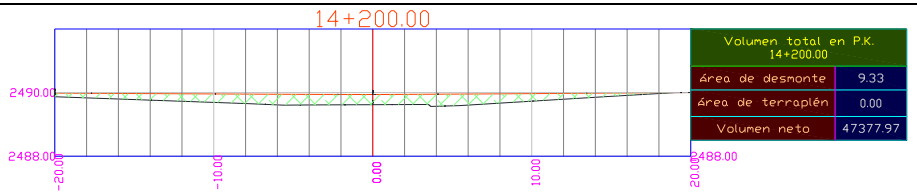
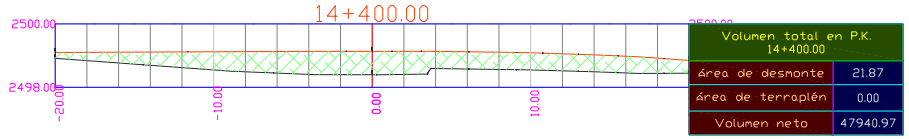
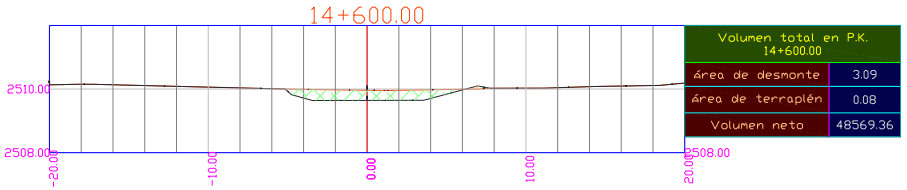
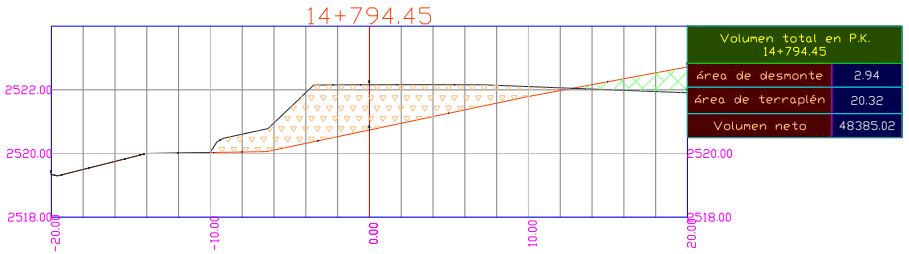
CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

CONTINUA→

	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
	 **Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

CONTINUA→

		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**
		**Fuente:** Google Maps	**CUMPLE**

4.2.2 Tráfico

En la parroquia Conocoto existe un número considerable de personas que utilizan las bicicletas como se indica en las encuestas realizadas y que a estarían dispuestas a utilizarla dado el caso que se la construya, debido a que en la actualidad no cuentan con una zona exclusiva para peatones y ciclistas.

Se movilizan en bicicleta en la parroquia actualmente grupos de ciclistas y pocas personas que utilizan como medio de transporte a las bicicletas. Razón por la cual se toma en consideración la norma holandesa ya que es un país con alto tráfico de bicicletas y que da exigencias para la utilización del mismo. En el proyecto actual se espera en un futuro tener un alto tráfico de bicicletas, una razón más para la utilización de la norma holandesa.

4.2.3 Diseño Horizontal

El alineamiento horizontal trata de una proyección del eje del camino denominado trazado, siguiendo una pendiente normada que se lo puede realizar con el método de la abertura de compás. En este proyecto en la parte de la Cooperativa Hospital Militar se trata de corregir las pendientes ya que las actuales son muy pronunciadas y dificultarían la circulación de ciclistas. Algunos de los elementos que componen este alineamiento horizontal son las tangentes, curvas tanto circulares como espirales o de transición. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

Para el diseño del alineamiento horizontal se usa varios parámetros que se describirán a continuación:

4.2.3.1 Velocidad de Diseño

(CROW, 2011) indica que la frecuencia de pedaleo de unas 70 revoluciones por minuto produce una velocidad normal de 15 a 20 km/h, dependiendo de los rasgos personales del ciclista, las propiedades de la bicicleta, y las condiciones ambientales. En el estudio de la Federación de Ciclistas de Holanda, para situaciones normales, recomienda una velocidad de diseño de 20 km/h.

Para poder ofrecer calidad adicional, las personas deben tener la posibilidad de transitar en bicicleta a altas velocidades, razón por lo que es aconsejable incorporar un diseño para velocidades de 30 km/h con lo que lograría tener u control a la vez muy altas debido a las pendientes que requieren una atención especial. (CROW, 2011)

Adicional (CROW, 2011) menciona que, para entornos urbanos planos, se debe utilizar 30km/h como velocidad de diseño que proporciona un margen de seguridad adecuado para un ciclista que viaja a una velocidad promedio de 20 km/h. en entornos interurbanos planos es aconsejable una velocidad de 40 km/h y si la pendiente es pronunciada la velocidad de diseño debe acrecentarse para que el ciclista pueda aumentar su velocidad sin afectar su nivel de seguridad.

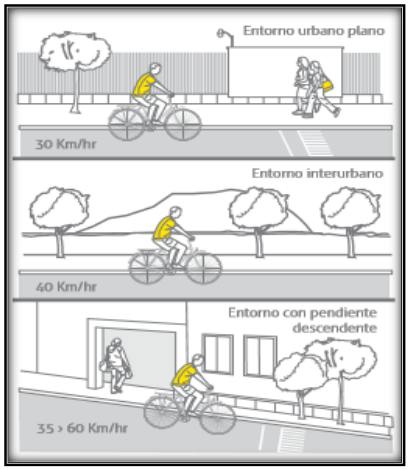


Figura 77: Velocidad de diseño según el entorno.
Fuente: (CROW, 2011)

En la ordenanza de Arquitectura y Urbanismo que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito nos indica las dimensiones y velocidad de diseño según el tipo de ciclovía que se tenga en la tabla 18 se las menciona.

Tabla 18
Parámetros para el diseño de ciclovías.

Ciclovías	N° carril	Ancho carril (m)	Banda de protección (m)	Acera (m)	Espaldón (m)	Ancho total mínimo	Vel. de proyecto	Vel. Mín. de operación	R mín. de esquinas al bordillo
A (Acera-bici)	1	1.10	0.75	Según el tipo de vía	…	1.85	25	20	3
	2	1.10	0.75		…	2.95	25	20	3
B (Faja ciclística)	1	1.50	…		…	1.50	25	20	3
	2	1.30	…		…	2.60	25	20	3
C (vía ciclística)	1	1.20	0.75		…	1.95	30	20	3
	2	1.20	0.75		…	3.15	30	20	3
D Recreativa	2	1.10	…	…	…	2.2	…	…	…

Fuente: (DMQ, 2011)

Como se puede observar en las recomendaciones mencionadas la velocidad de operación es de 20 km/h, pero según el tipo de pendientes longitudinales este va a variar mucho, es decir, puede aumentar y es por esa razón que se debe restringir a una cierta velocidad. Para el presente proyecto

se toma una velocidad de diseño de 30 km/h que es recomendada por estos autores antes mencionados y debido a las condiciones de topografía del proyecto esta velocidad restringirá a los ciclistas a no sobrepasar esta velocidad, así se evitará accidentes.

4.2.3.2 Peralte y radios de curvatura

Para radios de curvatura el (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011) indica que de acuerdo a la geometría, los vehículos ciclistas generan diferentes radios al dar la vuelta como se indica en las figuras desde la 72 a la 80**,** las cuales se combinan con la velocidad para lograr un giro adecuado. El diseño de la vía ciclística debe evitar que la velocidad tenga que reducirse en las curvas y afecte la sensación de seguridad y comodidad.

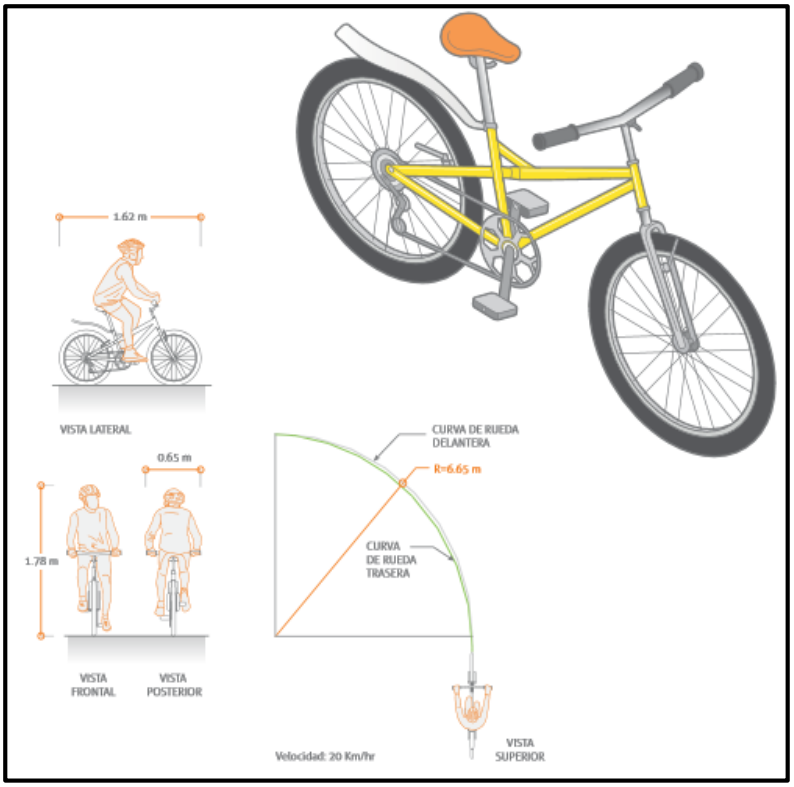


Figura 78: Dimensiones de una bicicleta de montaña
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

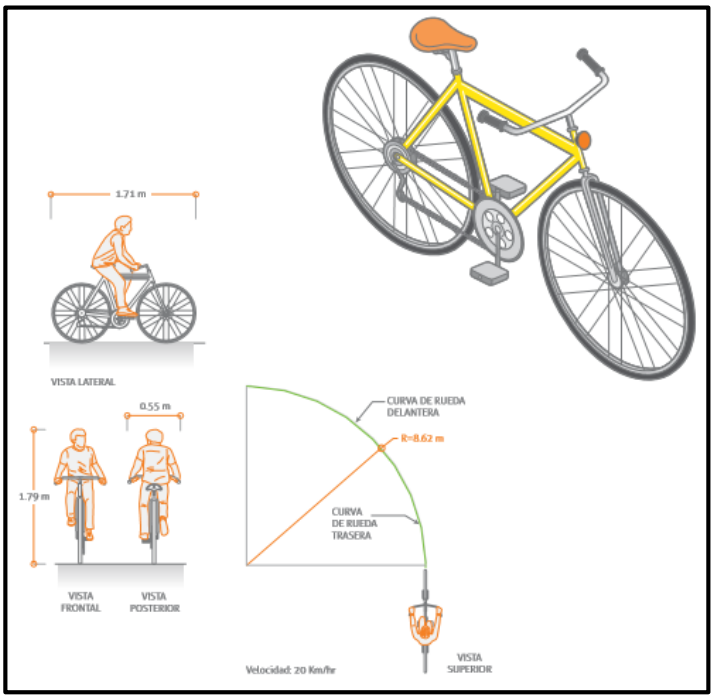


Figura 79: Dimensiones de una bicicleta de turismo.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

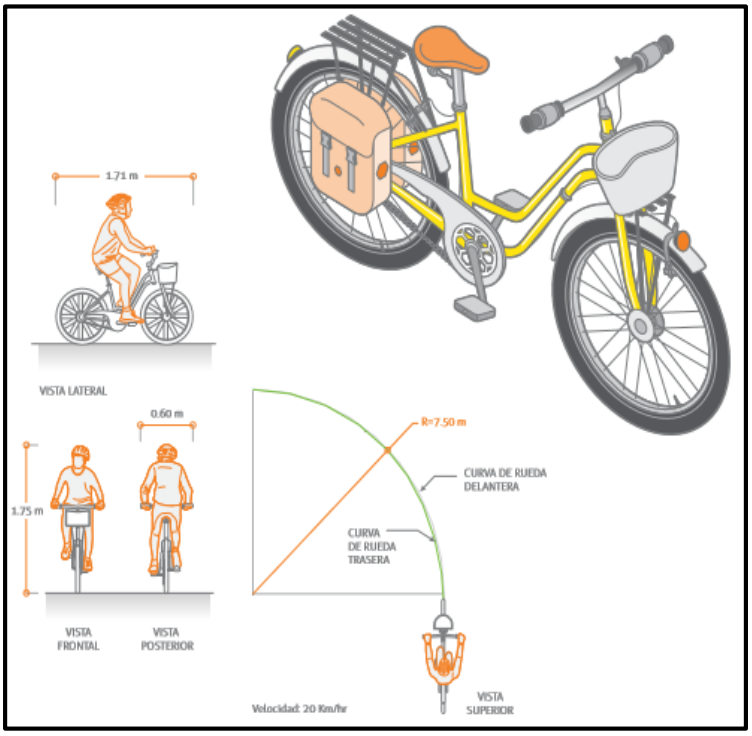


Figura 80: Dimensiones de una bicicleta de urbana con canastilla y parrilla con alforjas.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

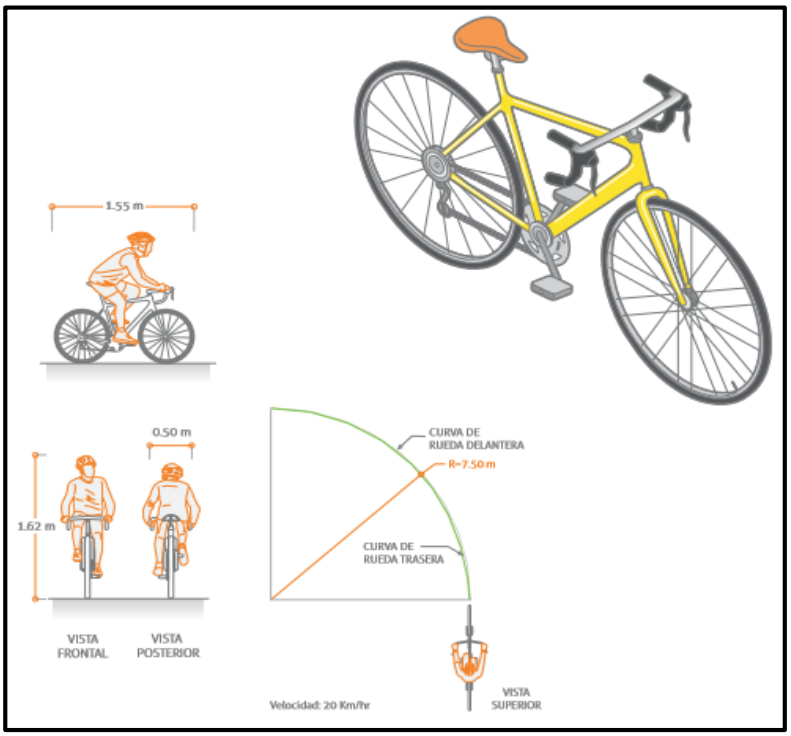


Figura 81: Dimensiones de una Bicicleta de ruta.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

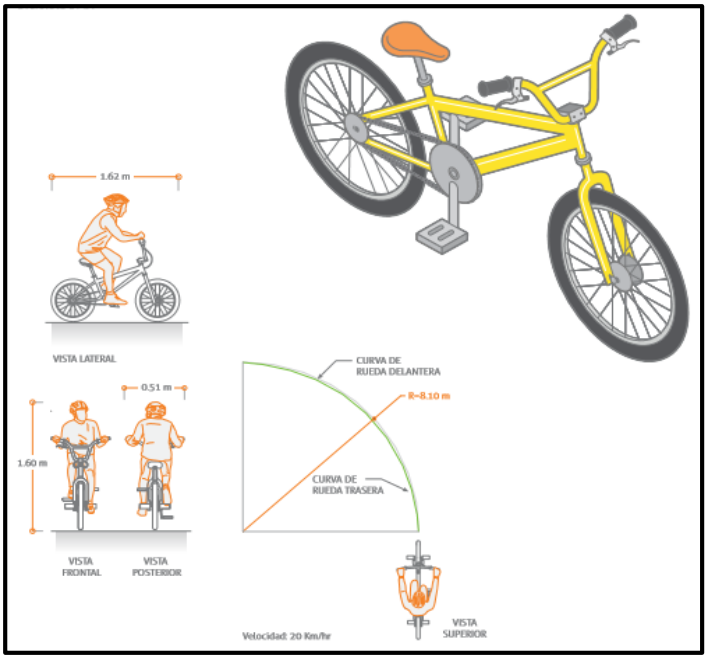


Figura 82: Dimensiones de una Bicicleta BMX.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

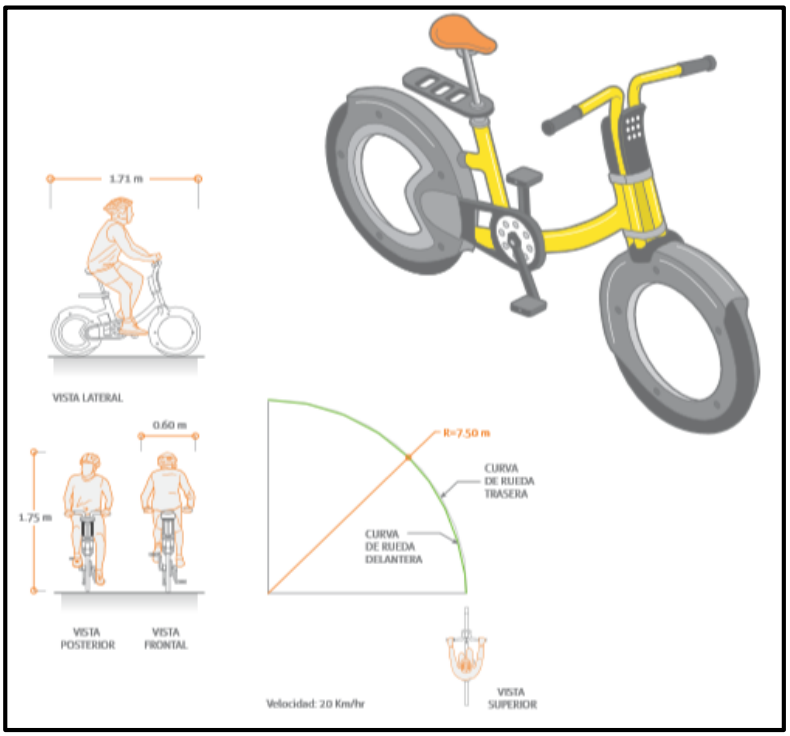


Figura 83: Dimensiones de una Bicicleta pública.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

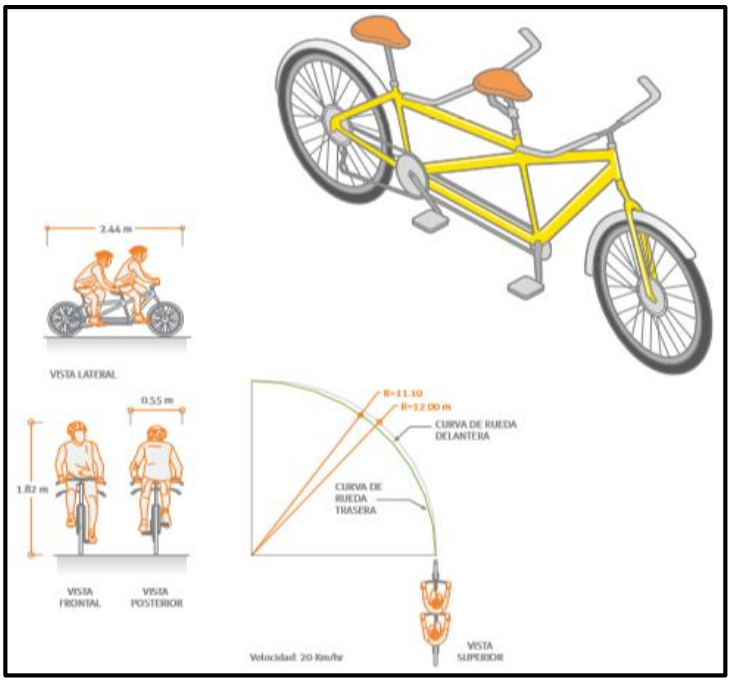


Figura 84: Dimensiones de una Bicicleta tándem.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

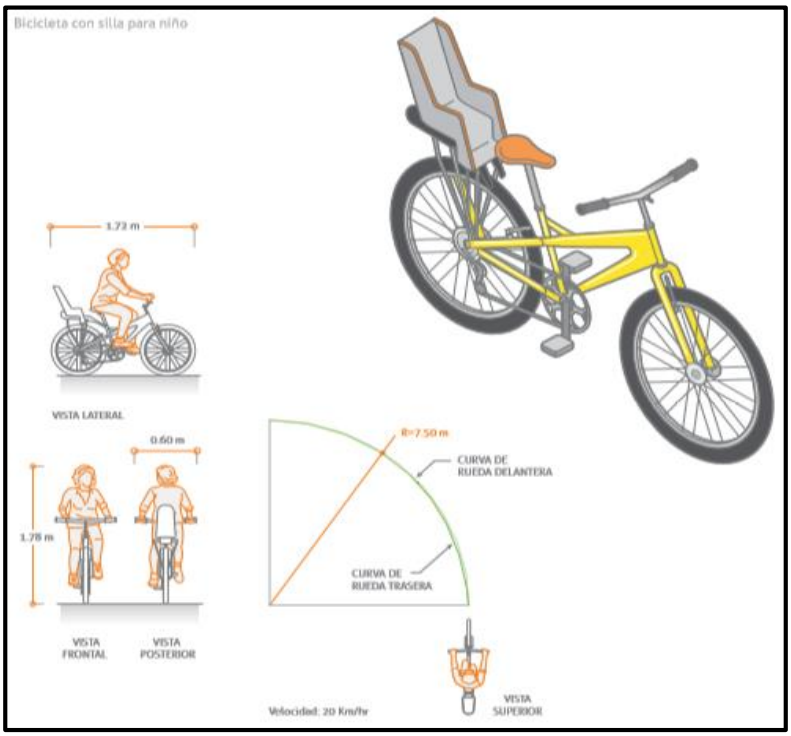


Figura 85: Dimensiones de una bicicleta con silla para niño.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

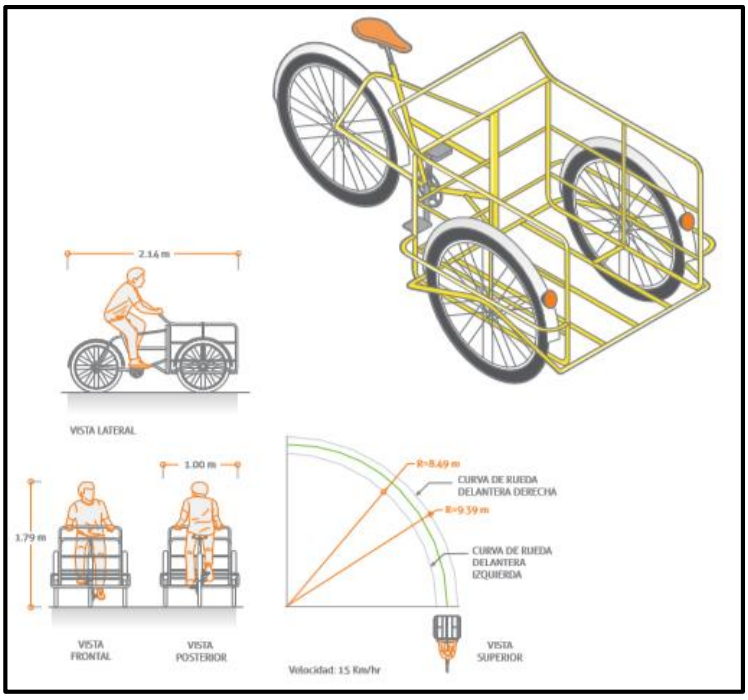


Figura 86: Dimensiones de un triciclo de carga con caja frontal.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Al entrar a una curva las bicicletas debido a la fuerza centrípeta, tiende a desviarse de su trayectoria, para evitar este fenómeno se debe elevar la parte exterior de la curva, llamada peralte. El factor máximo es de 12% ya que los ciclistas pueden llegar a percibir incomodidad por la inclinación y para el caso de una vía bidireccional, con curvas en pendientes mayores al 4%, el peralte no debe exceder un 8% para facilitar el ascenso de los ciclistas. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

La velocidad que se encuentra descrita en los gráficos anteriores se refiere a la velocidad de operación, pero como se mencionó el diseño se realizará con una velocidad de diseño de 30 km/h. Los ciclistas pueden llegar a ladearse entre 15 y 20°, pero en curvas muy cerradas pueden llegar hasta os 25° provocando que el pedal pegue en el pavimento. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Para cualquier ángulo de inclinación y asumiendo que el ciclista va sentado con la espalda recta, una simple ecuación puede determinar el radio mínimo de curvas: (AASHTO, 1999)

$$R = \frac{0.0079 * V^2}{tan\,\theta} \qquad (2)$$

Donde:

R= Radio de la curva

V= Velocidad de diseño

θ= Ángulo de inclinación

Cuando el ángulo de inclinación se aproxima a 20°, se utiliza una ecuación de radio mínimo de curvatura en función del peralte, de la velocidad y del coeficiente de fricción de las ruedas con la superficie de rodadura. (AASHTO, 1999)

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \qquad (3)$$

Donde:

R=Radio de curvatura (m)

V= Velocidad de diseño (Km/h)

e= Peralte

f= coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción de 0.40 se asigna a superficies duras, asumiendo que el ciclista se inclinará en un máximo de 20° de la vertical. En la Figura 81 se muestran los radios mínimos de curvatura en función del peralte y de la velocidad de diseño (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

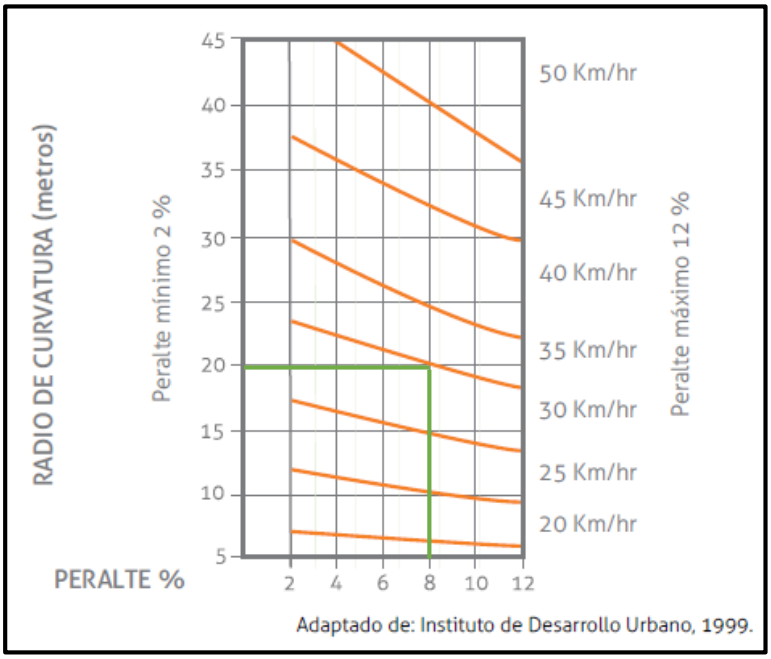


Figura 87: Radio de curvatura en función del peralte y velocidad de diseño.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Sin embargo la normativa (AASHTO, 1999), presenta cuadros donde nos indica radios mínimos para 15° que se utiliza la primera ecuación (tabla 19) y la segunda ecuación para 20° (tabla 20).

Tabla 19

Radios mínimos para un ángulo de inclinación de 15°.

Velocidad de Diseño		**Radio mínimo**	
km/h	m/h	metros	pies
20	12	12	36
30	20	27	100
40	25	47	156
50	30	74	225

Fuente: (AASHTO, Guide for the development of bicycle faciclities, 1999)

Tabla 20

Radios mínimos para un ángulo de 20° y 2% de peralte

Velocidad de diseño		**Factor de fricción (superficie de pavimento)**	**Radio mínimo**	
Km/h	m/h		metros	pies
20	12	0.31	10	30
30	20	0.28	24	90
40	25	0.25	47	155
50	30	0.21	86	260

Fuente: (AASHTO, Guide for the development of bicycle faciclities, 1999)

Para nuestro proyecto se utiliza la ecuación que toma en cuenta al peralte y a la fricción debido a que en la parte inicial de la ciclovía se tiene curvas cerradas y producirían un ángulo cercano o mayor a 20°, se usara un peralte de 8% y una fricción de 0.28 como se indica en la tabla 20, de donde, reemplazando estos datos en la ecuación 3 se tiene:

$$R = \frac{30^2}{127 * (0.08 + 0.28)}$$

$$Rmin = 19.69\, m$$

Para mayor seguridad se asume un radio mínimo de 25 m para los próximos cálculos.

4.2.3.3 Sobreanchos en ciclovía

En el instante de ascender una pendiente, el ciclista necesita más espacio para circular en zigzag y mantener su balance. Es decir, las vías ciclísticas necesitan un sobreancho en zonas con pendientes, especialmente si son bidireccionales. La tabla 21 detalla el sobreancho requerido en la vía, dependiendo de la pendiente y la longitud. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 21
Sobreancho de la vía según la pendiente y longitud.

Sobreancho de vía			
Pendiente (%)	**Longitud (m)**		
	25 a 75	**75 a 150**	**>150**
>3 y ≤5		0.20 m	0.30 m km/h
>6 y ≤	0.20 m	0.30 m	0.40m km/h
>9	0.30 m	0.40 m	0.50 m

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Para pendientes mayores al 9% se recomienda aumentar el ancho a 0.60m que permite a los ciclistas menos experimentados a desmontar su bicicleta y continuar el trayecto a pie. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Por el mismo cuando un ciclista entra a una curva estrecha, se inclina al entrar, aumentando así el riesgo de una colisión; por ese motivo en el interior de la curva debe ser más ancho. Este

sobreancho es una función del radio de la curva. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 22
Sobreanchos en las curvas según el radio mínimo de curvatura.

Sobreancho en el interior de la curva	
Radio de curvatura	**Sobreancho requerido (pendiente entre 0% y 3%**
24 a 32 m	0.25 m
16 a 24 m	0.50 m
8 a 16m	0.75 m
0 a 8m	1.00 m

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

4.2.3.4 Distancia de visibilidad

Cuando los ciclistas requieren integrarse al tráfico con seguridad, deben tener una visibilidad suficiente. Existen 3 tipos de visibilidad según (CROW, 2011):

- En primer lugar, se debe considerar la velocidad para andar, es decir que se los ciclistas deben tener una buena vista del camino, de la ciclovía o de la intersección a la cual se acercan, para poder avanzar de manera segura y cómoda. En bicicleta esta distancia corresponde a la distancia viajada entre 8 y 10 segundos; por lo tanto la visibilidad mínima es la distancia viajada entre 4 y 5 segundos. (CROW, 2011)
- En segundo lugar, se considera la distancia de frenado que a 30 km/h esta distancia es de 40m, y a 20 km/h es de 21m, cabe recalcar que este tipo de visibilidad es importante en las secciones como en las intersecciones de las calles. (CROW, 2011)

- En tercer lugar, se debe considerar la visibilidad de aproximación, que depende de los vehículos que generalmente son motorizados que se aproximan (tabla 24)**.** Este tipo de visibilidad es importante en las intersecciones y empalmes que, para cruzar de manera segura, los ciclistas deben estimar la velocidad del tráfico lo suficientemente bien. Esta velocidad se estima desde un punto a 1m del costado de la calzada principal, esto es, desde donde los ciclistas esperan para cruzar. Para esta visibilidad de aproximación se considera: (CROW, 2011)
    - Velocidad del tráfico que se acerca,
    - El tiempo que el ciclista necesita para cruzar de manera segura.

(CROW, 2011) presenta dos tablas que contienen distancias de visibilidad para ciclistas según la velocidad de diseño (tabla 23) y visibilidad de aproximación según anchos y velocidades (tabla 24).

Tabla 23
Visibilidad para ciclistas.

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

Fuente: (CROW, 2011)

Tabla 24
Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades.

Distancia a cruzar (m)	**Tiempo para cruzar (s)**	**Visibilidad que se requiere (m) según del tráfico del motorizado (V_{85})**			
		30 km/h	**50 km/h**	**70 km/h**	**80 km/h**
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)

La normativa (AASHTO, 1999) indica que la distancia de frenado se define en función de la distancia de visibilidad del ciclista y para calcular esta distancia es necesario conocer el tiempo de la percepción y reacción del ciclista, la pendiente y velocidad, y el coeficiente de fricción entre las ruedas y la superficie de rodadura.

La distancia visual mínima de frenado para varias velocidades y grados de diseño en base a una percepción total y tiempo de reacción del freno de 2.5 segundos y un coeficiente de fricción de 0.25 para tener en cuenta las malas características de frenado en mojado de muchas bicicletas se presentan en la figura 80 y se pueden determinar con la siguiente ecuación. (AASHTO, 1999)

$$S = \frac{V^2}{254 * (f \pm G)} + \frac{V}{1.4} \qquad (4)$$

Donde:

S=Distancia de visibilidad (m)

V=velocidad de diseño (km/h)

f=coeficiente de fricción (0.25)

G=pendiente (%)

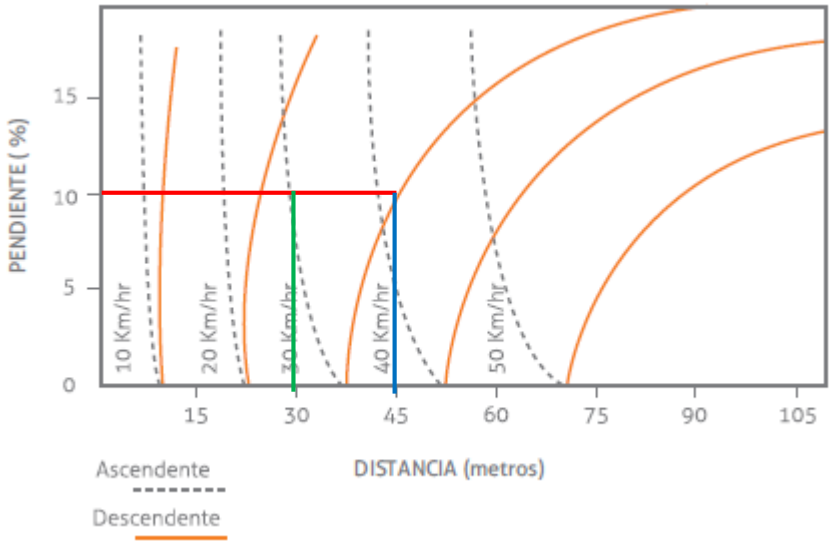


Figura 88: Distancia de visibilidad según la pendiente y velocidad de diseño.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Por lo tanto, la distancia de visibilidad cuando el ciclista asciende y tomando en cuenta una pendiente máxima de 10% y una velocidad de diseño de 30 km/h, es de 30m. Y cuando el ciclista desciende es de 45m como se indica en la figura 82 Es necesario mencionar que la figura es una adaptación de (AASHTO, 1999).

4.2.3.5 Alineamiento horizontal

Una vez obtenida la topografía y establecida la ruta se trazó el alineamiento, es decir, el eje de la ciclovía con ayuda de un software para diseño vial de tipo CAD. Posteriormente y tomando en cuenta los parámetros antes mencionados se procedió a diseñar las curvas horizontales (Anexo 4) cumpliendo con los parámetros de diseño y la pendiente máxima que permite la normativa. En la tabla 25 se presenta los resultados del alineamiento horizontal del proyecto:

Tabla 25

Elementos de curva del diseño horizontal realizado.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA										
Nº	DELTA	R (m)	T	L	Lc	E	M	PI	PC	PT
PI-1	050°26’51”	25	11,8	22,0	21,3	2,63	2,38	0+165.33	0+153.55	0+175.57
PI-2	048°12’30’’	50	22,4	42,1	40,8	4,78	4,36	0+269,45	0+247,08	0+289,15
PI-3	089°37’49”	30	29,8	46,9	42,3	12,3	8,72	0+431.09	0+401.29	0+448.22
PI-4	095°42’04”	30	33,1	50,1	44,5	14,7	9,87	0+692.00	0+658.86	0+708.97
PI-5	092°08’53”	30	31,2	48,3	43,2	13,2	9,19	1+286.77	1+255.63	1+303.87
PI-6	101°46’47”	25	30,8	44,4	38,8	14,6	9,23	1+793.48	1+762.72	1+807.13
PI-7	113°49’06”	45	69,1	89,4	75,4	37,4	20,4	2+345.50	2+276.44	2+365.84
PI-8	106°21’17”	45	60,1	83,5	72,4	30,1	18,0	2+833.60	2+773.49	2+857.02
PI-9	026°26’39”	30	7,05	13,9	13,7	0,82	0,8	3+162.70	3+155.65	3+169.50
PI-10	022°11’12”	90	17,7	34,9	34,6	1,71	1,68	4+008.03	3+990.38	4+025.23
PI-11	001°07’31”	60	0,59	1,18	1,18	0	0	4+786.78	4+786.19	4+787.37
PI-12	001°39’42”	50	0,73	1,45	1,45	0,01	0,01	4+989.53	4+988.80	4+990.25
PI-13	015°05’09”	100	13,2	26,3	26,3	0,87	0,87	5+174.64	5+161.40	5+187.73
PI-14	008°10’27”	200	14,3	28,5	28,5	0,51	0,51	5+311.53	5+297.24	5+325.77
PI-15	014°34’04”	200	25,6	50,9	50,7	1,63	1,61	5+674.08	5+648.51	5+699.36

CONTINUA→

PI-16	018°34’35”	150	24,5	48,6	48,4	1,99	1,97	5+904.59	5+880.06	5+928.69
PI-17	013°30’07”	150	17,8	35,4	35,4	1,05	1,04	6+072.95	6+055.19	6+090.54
PI-18	012°42’58”	90	10,0	20,0	19,9	0,56	0,55	6+208.65	6+198.63	6+218.60
PI-19	030°10’23”	90	24,3	47,4	46,9	3,21	3,1	6+576.73	6+552.47	6+599.87
PI-20	025°00’39”	90	20,0	39,3	39,0	2,19	2,14	6+801.45	6+781.49	6+820.78
PI-21	021°05’01”	50	9,3	18,4	18,3	0,86	0,84	7+873.25	7+863.94	7+882.34
PI-22	018°46’13”	120	19,8	39,3	39,1	1,63	1,61	7+952.67	7+932.84	7+972.15
PI-23	007°58’02”	30	2,09	4,17	4,17	0,07	0,07	9+602.31	9+600.22	9+604.39
PI-24	055°02’28”	60	31,3	57,6	55,5	7,66	6,79	9+717.30	9+686.04	9+743.67
PI-25	031°49’08”	100	28,5	55,5	54,8	3,98	3,83	9+849.39	9+820.88	9+876.42
PI-26	011°40’52”	90	9,21	18,4	18,3	0,47	0,47	9+940.98	9+931.77	9+950.12
PI-27	009°03’16”	40	3,17	6,32	6,31	0,13	0,12	10+131.8	10+128.6	10+135
PI-28	009°51’36”	40	3,45	6,88	6,88	0,15	0,15	10+196.4	10+192.9	10+199.8
PI-29	025°00’40”	90	20,0	39,3	39,0	2,19	2,14	10+432.5	10+412.5	10+451.8
PI-30	061°38’36”	90	53,7	96,8	92,2	14,8	12,7	10+571.4	10+517.7	10+614.5
PI-31	021°53’40”	250	48,4	95,5	95,0	4,63	4,55	11+359.3	11+310.9	11+406.5
PI-32	004°22’42”	35	1,34	2,67	2,67	0,03	0,03	12+055.3	12+053.9	12+056.6

CONTINUA→

PI-33	036°41’25”	90	29,8	57,6	56,7	4,82	4,57	12+213.3	12+183.5	12+241.1
PI-34	007°16’41”	45	2,86	5,72	5,71	0,09	0,09	12+321.4	12+318.6	12+324.3
PI-35	011°16’40”	25	2,47	4,92	4,91	0,12	0,12	12+421.6	12+419.1	12+424.1
PI-36	024°45’55”	25	5,49	10,8	10,7	0,6	0,58	12+690.3	12+684.8	12+695.6
PI-37	021°06’23”	50	9,32	18,4	18,3	0,86	0,85	12+760.9	12+751.6	12+770.0
PI-38	025°34’03”	90	20,4	40,2	39,8	2,29	2,23	13+559.2	13+538.8	13+579
PI-39	019°55’02”	90	15,8	31,3	31,1	1,38	1,36	13+992.7	13+976.9	14+008.2
PI-40	032°57’38”	90	26,6	51,8	51,1	3,86	3,7	14+763.3	14+736.7	14+788.4
PI-41	017°46’30”	90	14,1	27,9	27,8	1,09	1,08	15+281.4	15+267.4	15+295.3

4.2.4 Diseño Vertical

El diseño vertical se lo realiza tomando en cuenta dos aspectos:

- El esfuerzo para ascender
- La seguridad en los descensos

Al cumplir con estos parámetros de pendientes en los ascensos, el ciclista no tiene que reducir la velocidad repentinamente, sobre todo si a pendiente se encuentra en una intersección; mientras que en los descensos evita un desgaste en los frenos o más peligroso aun, la pérdida de control de la bicicleta. Por lo que en la tabla 26 se presenta pendientes máximas y deseables según el nivel a superar. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 26
Ejemplo de aplicación de pendientes máximas.

Desnivel que se debe superar %	**Pendiente**	
	Deseable (%)	Máxima (%)
2	5	10
4	2.50	5
6	1.70	3.30

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

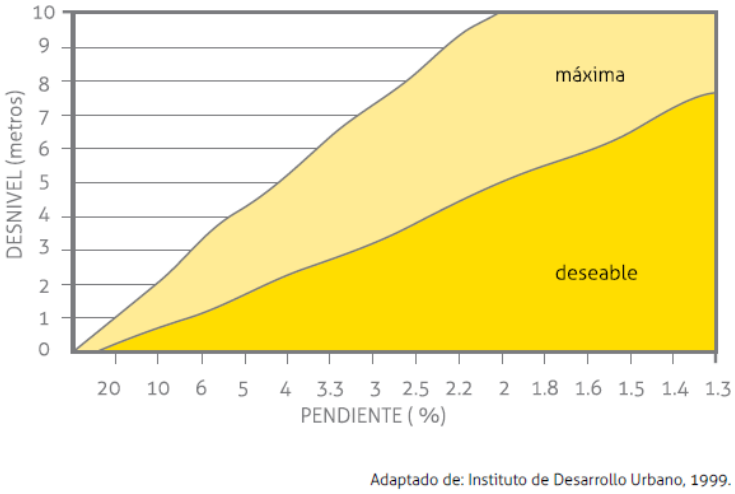


Figura 89: Pendiente máxima y deseable en base al desnivel a superar.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Se recomienda una pendiente de 6% debido a que mayores pueden causar fatiga, mientras que menores no causan ninguna dificultad en la circulación. A más de eso se recomienda que cada cambio de inclinación esté precedido por un tramo de vía que permita al ciclista acelerar antes de empezar a ascender. En la tabla 27 se presenta las pendientes máximas en función de la longitud. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 27
Longitud recomendable según la pendiente máxima.

Pendientes máximas	
3-6%	Hasta 500 m
6%	Hasta 240 m
7%	Hasta 120 m
8%	Hasta 90 m
9%	Hasta 60 m
10%	Hasta 30 m
11-20%	Hasta 15 m

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

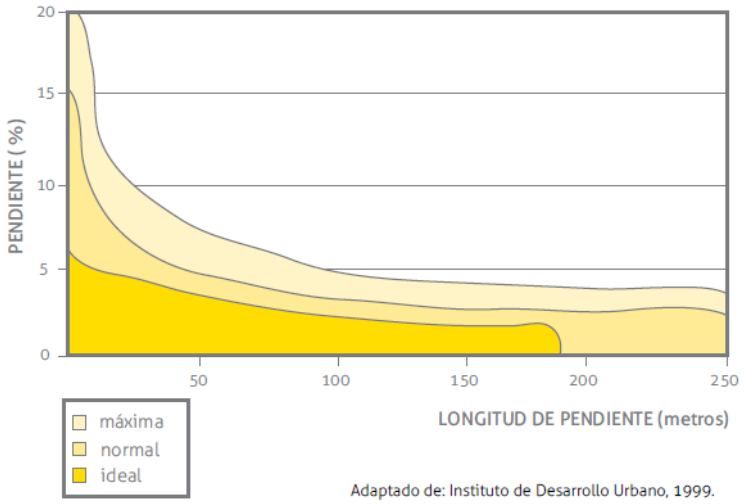


Figura 90: Pendiente aceptable en función de la longitud.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Mientras (AASHTO, 1999), presenta la figura 85 con longitudes mínimas de curva en función de la distancia de visibilidad y la diferencia de pendientes:

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	281	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

Figura 91: Longitudes mínimas de curva en función de la distancia de visibilidad y diferencia entre pendientes.

Fuente: (AASHTO, Guide for the development of bicycle faciclities, 1999)

Entonces se tiene que:

Cuando S>L

$$L = 2S - \frac{280}{A} \qquad (5)$$

Cuando S<L

$$L = \frac{AS^2}{280} \qquad (6)$$

Donde:

L=Longitud mínima de curva

S= Distancia de visibilidad

A= Diferencia algebraica de pendientes (%)

Altura de los ojos del ciclista=1.40 m

Altura del objeto = 0.0m

Por lo tanto, para obtener la longitud mínima de la curva se debe ingresar en la figura 85 con la diferencia de pendientes en porcentaje (A) y la distancia de visibilidad, que se encuentran en la columna 1 y fila 1 respectivamente. El área sombreada significa que S=L. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

Para el diseño del proyecto debido a las grandes pendientes que tiene en el primer tramo que es en el sector de la Cooperativa Hospital Militar se decidió colocar pendientes máximas de 10% y así evitar grandes cortes y rellenos en el sector, mientras que en la parte urbana se colocó pendientes máximas de 6% que es lo que recomienda la normativa. Por lo tanto, en la tabla se presenta los elementos de las curvas verticales (Anexo 4).

Tabla 28

Elementos de las curvas verticales del diseño realizado.

Elementos curva vertical						
N°	**PIV-ABS**	**PIV-ELEV**	**PEND-E**	**PEND-S**	**RADIO**	**LC**
Piv-1	100	2888	10	7,99	1800	36,22
Piv-2	1720	2764	7,06	7,92	500	4,289
Piv-3	2540	2700,59	7,47	8,07	750	4,445
Piv-4	3839,96	2592	8,58	0,28	600	49,796
Piv-5	4097,38	2591,28	0,28	4,33	850	34,453
Piv-6	4442,17	2576,33	4,33	6,33	2000	39,893
Piv-7	5918,05	2519,83	0,4	6,26	750	43,985
Piv-8	6000,05	2525	6,26	0,52	600	40,701
Piv-9	6089,57	2524,53	0,52	4,19	850	40,101
Piv-10	6233,22	2530,55	4,19	6,09	750	77,156

CONTINUA→

Piv-11	6320	2525,27	6,09	3,81	1500	34,239
Piv-12	7028,44	2501,58	2,66	1,4	450	5,683
Piv-13	7340	2497,23	1,4	0,27	2500	33,389
Piv-14	7762,03	2496	0,27	2,03	3000	52,828
Piv-15	8280	2486	2,03	1,29	4000	29,761
Piv-16	8900	2478	1,29	3,75	1500	75,605
Piv-17	9267,61	2494,07	4,85	3,61	1000	84,587
Piv-18	9531,3	2484,55	3,61	6,04	900	86,817
Piv-19	9692,55	2494,28	6,04	2,4	1000	36,411
Piv-20	10020,72	2506,8	4,51	4,01	5000	24,9
Piv-21	10300	2518	4,01	4,74	5000	36,643
Piv-22	10698,74	2536,91	4,74	2,86	1500	114,088
Piv-23	10940	2530	2,86	0,52	1000	26,006
Piv-24	11512,67	2527,02	0,52	5,16	1500	69,562
Piv-25	12060	2499,12	4,75	2,88	2000	37,478
Piv-26	12211,31	2494,763	2,88	1,26	2500	40,481
Piv-27	12353,68	2492,967	1,26	9,63	1250	104,553
Piv-28	12517,33	2477,216	9,63	6,94	2000	53,712
Piv-29	12743,43	2461,53	6,94	5,04	800	95,637
Piv-30	12860	2467,37	5,04	0,69	650	37,059
Piv-31	13060	2466	0,69	2,2	1500	43,218
Piv-32	13860	2483,56	2,2	0,29	2000	38,095
Piv-33	14700	2486	0,29	4,12	1500	57,409
Piv-34	15040	2500	4,12	5,71	3000	47,899
Piv-35	15180	2508	5,71	6,55	5000	41,658

4.2.5 Sección Típica

El tipo de ciclovía seleccionado para este proyecto es una ciclovía segregada bidireccional, que es aquella que esta apartada del tránsito vehicular, es decir, que está separada por señalización.

Para el presente proyecto se adoptó tres tipos de secciones:

- **Sección típica en la parte rural**

Esta sección será utilizada desde la abscisa 0+000.00 hasta 3+249.73 que es donde comienza la parte urbana o más habitada de la parroquia, en la figura 86 se presenta como se encuentra esta sección.

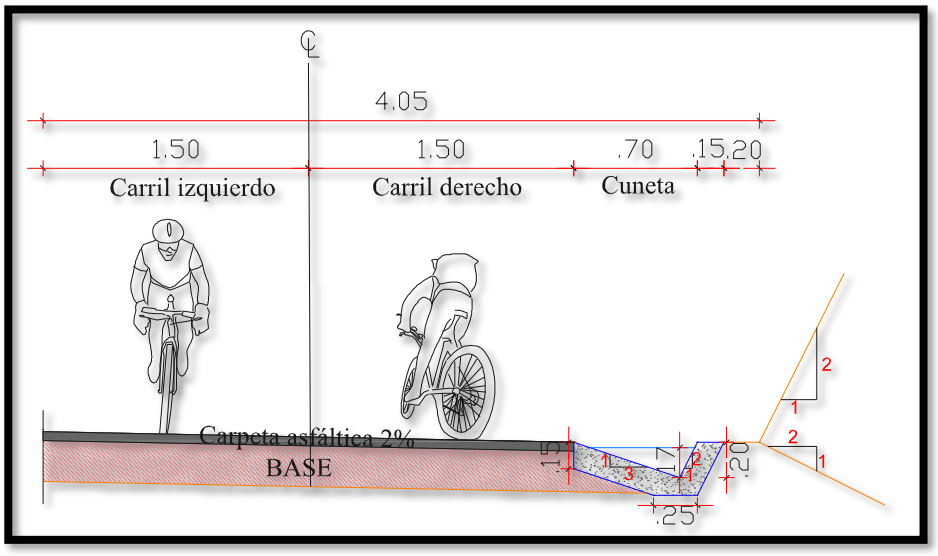


Figura 92: Sección típica para ciclovía en zona rural

- **Sección típica en la parte urbana**

Este tipo de sección se encuentra en la mayoría de la parroquia, en donde se encuentra mayor número de habitantes, en la figura 87 se indica como es la sección.

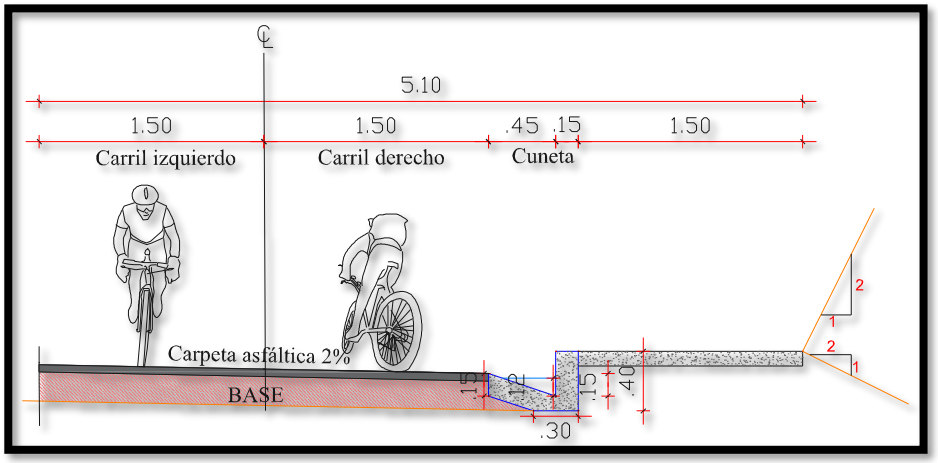


Figura 93: Sección típica de a ciclovía en zona rural.

- **Sección típica en las vías con parterre**

Se ubican en dos vías: la Av. Gribaldo Miño y Av. Lola Quintana, que son vías amplias con doble sentido de circulación separadas con un parterre, se optó por hacer una ciclovía unidireccional en cada sentido de circulación y la sección se muestra en la figura 88.

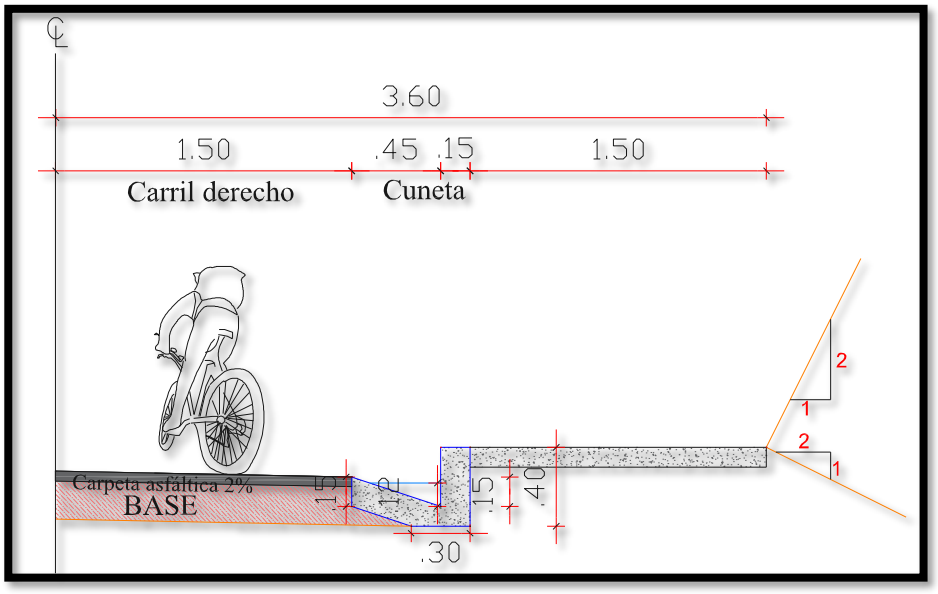


Figura 94: Sección típica de la ciclovía unidireccional.

4.3 DRENAJE VIAL

4.3.1 DRENAJE LONGITUDINAL

4.3.1.1 Drenaje longitudinal zona montañosa

El drenaje longitudinal se refiere a las cunetas que se ubican a los lados de la ciclovía; para el cálculo del mismo se divide en dos áreas de aportación el del corte del talud y el de la ciclovía por lo tanto el caudal se expresará como la suma de estos dos aportes y se utilizará la forma del método racional:

$$A = b * L \qquad (7)$$

A= área

B= ancho de la ciclovía o ancho de aporte del corte de talud, para este caso de los perfiles de corte se asume un ancho constante en corte de 5m

L= longitud entre alcantarillas en este caso se va a despejar y calcular.

$$Qt = Q1 + Q2 \quad (8)$$

$$Q = \frac{C * i * A}{360} \quad (9)$$

Donde:

Q= caudal hidrológico $\frac{m^3}{s}$

C= coeficiente de escorrentía

I=intensidad ($\frac{mm}{h}$)

A= área de cuenca(ha)

- **Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía se escogerá siguiendo los lineamientos de la normativa (MTOP M. d., 2003), de donde se escoge:

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
		PENDIENTE DEL TERRENO				
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PRONUNCIADA 50%	ALTA 20%	MEDIA 5%	SUAVE 1%	DESPRECIABLE
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
HIERVA 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

Figura 95: Coeficiente de escorrentía según el tipo de cobertura vegetal y tipo de suelo
Fuente: (MTOP M. d., 2003)

En las normas (MTOP M. d., 2003) menciona que si hay riesgo de incendio o que se queme se debe multiplicar por 1.30

Es decir:

$$C = 0.40 * 1.30 = 0.52$$

Y para la sección de la ciclovía se debe tomar $C = 0.95$ que es el coeficiente de escurrimiento para asfalto.

- **Intensidad máxima diaria**

Para el cálculo de la intensidad se toma del manual del (INAMHI, 1999)

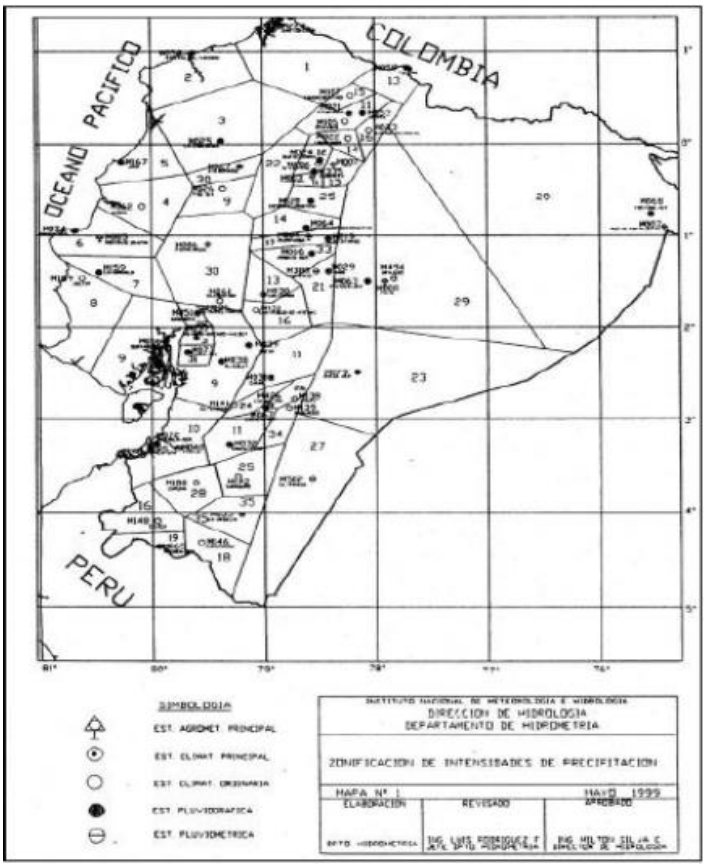


Figura 96: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación.
Fuente: (INAMHI, 1999)

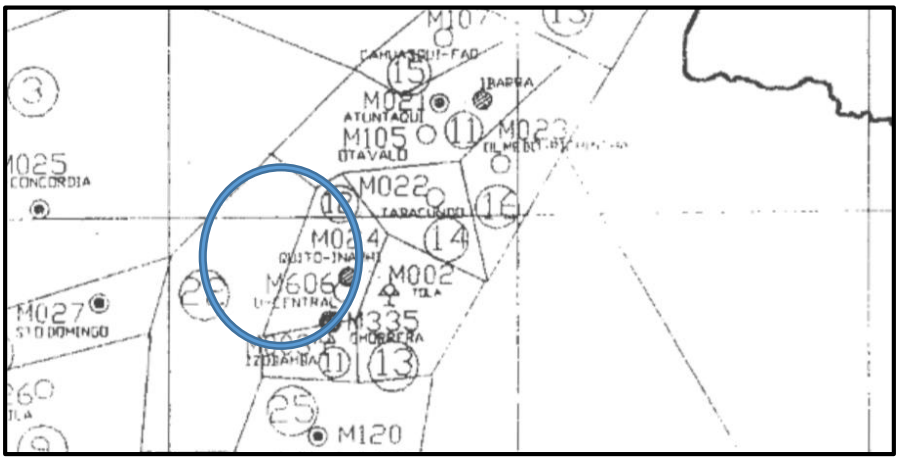


Figura 97: Ubicación de la zona 12.
Fuente: (INAMHI, 1999)

Como se puede observar nuestro proyecto se encuentra en la Zona 12 cerca de la estación de la Universidad Central y cuyo código M606 y se tiene las siguientes ecuaciones.

12	5 min < 50 min	$I_{TR} = 138.01 \; t^{-0.4882} \; Id_{TR}$
	50 min < 1440 min	$I_{TR} = 674.13 \; t^{-0.8935} \; Id_{TR}$

Figura 98: Ecuaciones representativas de la zona 12.
Fuente: (INAMHI, 1999)

En el manual a la vez no presenta los valores de las intensidades máximas diarias para periodos de retorno 5, 10, 25, 50 y años; según las normas del (MTOP M. d., 2003) se debe tomar el valor de 25 años, por lo tanto Id_{tr} :

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD	(mts)	5	10	25	50	100
M-034	Santa Ana	01 ° 12' 13" S	80 ° 22' 20" W	0040	2,93	3,23	3,61	3,90	4,18
M-041	Sangay (P. Sta. Ana)	01 ° 41' 35" S	77 ° 57' 00" W	0880	5,00	5,60	6,50	7,10	7,70
M-070	Tena	00 ° 59' 05" S	77 ° 48' 50" W	0665	5,10	5,40	5,80	6,10	6,30
M-076	Salinas	02 ° 12' 00" S	80 ° 59' 23" W	0004	2,36	3,11	4,06	4,76	5,47
M-077	Putumayo Aer.	00 ° 07' 00" N	75 ° 52' 00" W	0230	6,40	7,40	8,60	9,40	10,20
M-078	Curaray	01 ° 30' 00" S	76 ° 50' 00" W	0300	4,10	4,60	5,10	5,50	5,80
M-102	El Angel	00 ° 37' 35" N	77 ° 56' 38" W	3000	2,10	2,60	3,50	4,20	5,10
M-103	San Gabriel	00 ° 36' 15" N	77 ° 49' 10" W	2860	2,00	2,20	2,40	2,50	2,60
M-106	Lita	00 ° 50' 11" N	78 ° 26' 57" W	0740	4,30	4,70	5,20	5,60	5,90
M-111	Malchingui- Inamhi	00 ° 03' 20" N	78 ° 19' 56" W	2840	2,20	2,90	3,90	4,70	5,70
M-112	Conocoto	00 ° 16' 02" S	78 ° 28' 08" W	2520	2,40	2,60	2,90	3,10	3,20

Figura 99: Intensidad máxima en 24 horas determinadas con información pluviométrica.
Fuente: (INAMHI, 1999)

La normativa NEVI-2012 en su volumen 2B menciona que los caudales de díselo para el drenaje de la plataforma se estimarán mediante el método racional, adaptándose un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos y un período de retorno equivalente a 25 años. (MTOP M. d., 2012)

$$Id_{tr} = 2.90 \frac{mm}{h}$$

$$t = 10\ min$$

Como t se encuentra en el intervalo: $5min < t < 50\ min$ se usa la ecuación 10:

$$I_{Tr} = 138.01 * t^{-0.4882} * Id_{tr} \quad (10)$$

$$I_{Tr} = 138.01 * 10^{-0.4882} * 2.90$$

$$\boldsymbol{I_{Tr} = 130.05 \frac{mm}{h}}$$

Una vez obtenidos todos los datos para el presente proyecto se procede a reemplazar en la ecuación 8 y 9 de donde se obtiene:

$$Q = \frac{C1 * B1 * L * I_{Tr}}{360 * 10^4} + \frac{C2 * B2 * L * I_{Tr}}{360 * 10^4}$$

$$Q = \frac{[0.52 * 5m + 0.95 * 4.00m] * L * 130.05}{360 * 10^4}$$

$$\boldsymbol{Q = 2.31 * 10^{-4} * L} \quad (11)$$

Segunda parte caudal hidráulico se calcula con el método de Manning que presenta la ecuación 11:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Donde:

Q= caudal hidráulico

N=0.015 rugosidad correspondiente al hormigo liso

S= pendiente de la cuneta

A= área de la cuneta

R= radio Hidráulico

$$R = \frac{Área\ de\ la\ seccion\ húmeda}{Perímetro\ Húmedo} \qquad (13)$$

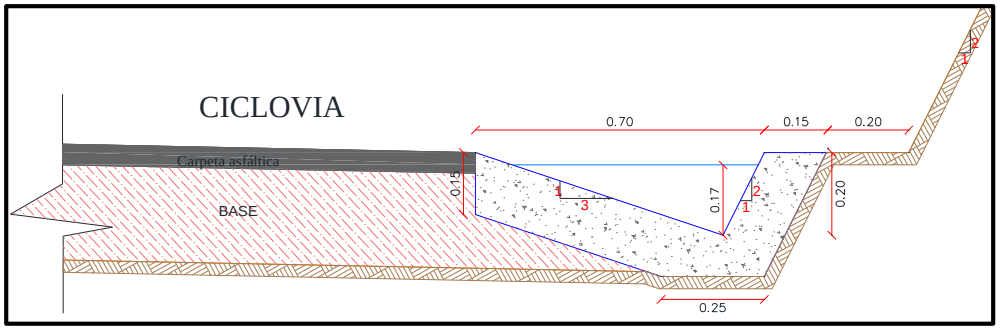


Figura 100: Cuneta tipo para la zona rural.

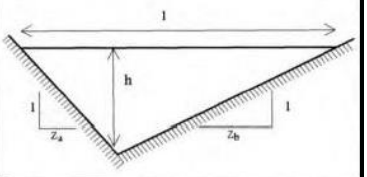
	Tipo de Cuneta
	
Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$
Area (a)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h^2}{2}$
Perímetro Mojado (P)	$\left(\sqrt{1+z_a^2} + \sqrt{1+z_b^2}\right) \cdot h$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h}{2 \cdot \left(\sqrt{1+z_a^2} + \sqrt{1+z_b^2}\right)}$

Figura 101: Capacidad hidráulica de una cuneta triangular
Fuente: (MTOP M. d., 2012)

- Ancho superficial (l):

$$l = (za + zb) * h \quad (14)$$

$$l = (3 + 0.5) * 0.17$$

$$l = 3.5 * 0.17m = 0.595m$$

- Área (a):

$$l = (za + zb) * h \quad (15)$$

$$a = \frac{(3 + 0.5) * 0.17^2}{2}$$

$$a = 0.0506\ m^2$$

- Perímetro mojado (P):

$$P = \left(\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2}\right) * h \quad (16)$$

$$P = \left(\sqrt{1 + 3^2} + \sqrt{1 + 0.5^2}\right) * 0.17\ m$$

$$P = \left(\sqrt{10} + \sqrt{1.25}\right) * 0.17\ m$$

$$P = 0.728\ m$$

- Radio hidráulico con la ecuación 13:

$$R = \frac{0.0506\ m^2}{0.7277\ m}$$

$$R = 0.0695\ m$$

- Se obtiene el caudal reemplazando los datos en la ecuación 12:

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.0506 * 0.0695^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.0506 * 0.0695^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.5700 * S^{\frac{1}{2}}$$

- Para hallar la longitud se iguala el caudal hidráulico con el caudal hidrológico, es decir:

$$0.5700 * S^{\frac{1}{2}} = 2.19 * 10^{-4} * L$$

$$L = \frac{0.5700 * S^{\frac{1}{2}}}{2.19 * 10^{-4}}$$

$$L = \frac{0.5700 * S^{\frac{1}{2}}}{2.31 * 10^{-4}}$$

$$L = 2465.28 * S^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

- Velocidad se calcula con la ecuación 18:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

$$V = \frac{1}{0.015} * 0.0695^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 11.27 * S^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Tabla 29

Longitud de descarga máxima zona rural.

Grad (%)	ABS. Inicio (m)	ABS. Final (m)	Long. Max. (m)	Vel. (m/s)	Q. Hidra. (m3/s)	Q. Hidro. (m3/s)	QHa=QHo
10,00	0+000,00	0+100,0	779,59	3,56	0,18	0,18	CUMPLE
8,00	0+100,00	0+420,0	697,29	3,19	0,16	0,16	CUMPLE
7,47	0+420,00	0+640,0	673,79	3,08	0,16	0,16	CUMPLE
7,84	0+640,00	1+380,0	690,28	3,16	0,16	0,16	CUMPLE

CONTINUA→

7,06	1+380,00	1+720,0	655,04	2,99	0,15	0,15	CUMPLE
7,92	1+720,00	2+200,0	693,79	3,17	0,16	0,16	CUMPLE
7,47	2+200,00	2+540,0	673,79	3,08	0,16	0,16	CUMPLE
8,07	2+540,00	2+820,0	700,33	3,20	0,16	0,16	CUMPLE
8,23	2+820,00	3+249,7	707,24	3,23	0,16	0,16	CUMPLE

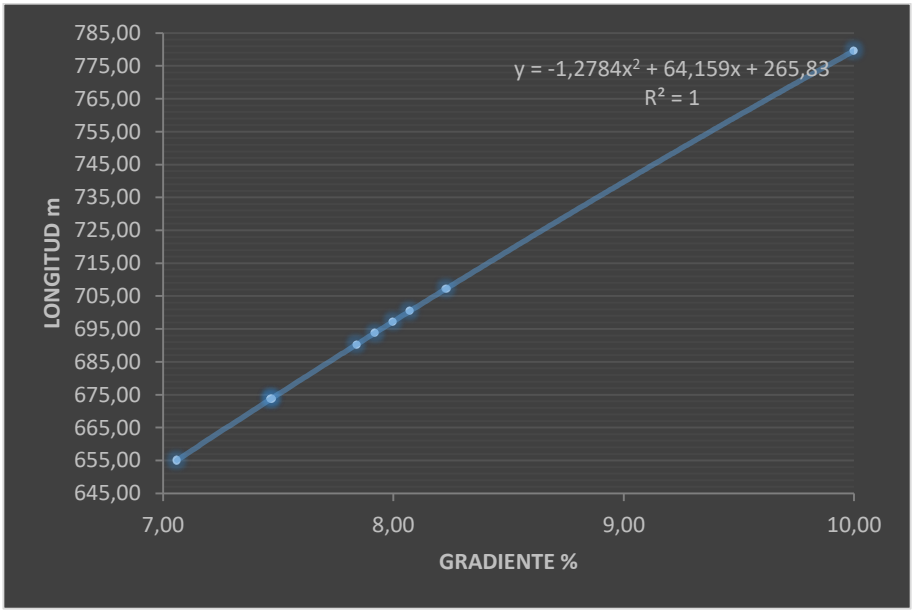


Figura 102: Longitud en función de la gradiente zona rural.

En la tabla 29 se puede observar que los caudales son iguales al tener longitudes máximas pero debido a los requerimientos de las condiciones del terreno la longitud va a ser menor a la calculada por lo que el caudal hidrológico va a bajar y cumpliría con la condición de diseño: $Qhidrológico < Q\ hidráulico$

4.3.1.2 Drenaje longitudinal zona urbana

Para el cálculo del caudal se sigue el mismo procedimiento anteriormente mencionado con la diferencia que solo se tomará en cuenta la aportación de la ciclovía. Por lo tanto, el ancho de la vía en este caso es de B=3.60 m

- **Coeficiente de escorrentía**

Para la zona urbana solo se considera la sección de la vía que es asfaltada por lo tanto se toma $C = 0.95$ que es el coeficiente de escurrimiento para este material.

- **Intensidad máxima diaria**

Para el cálculo de la intensidad de toma del manual del (INAMHI, 1999) y se toma los datos anteriormente descritos:

$$Id_{tr} = 2.90 \frac{mm}{h}$$

$$t = 10\ min$$

Como t se encuentra en el intervalo: $5min < t < 50\ min$ se usa la ecuación10:

$$I_{Tr} = 138.01 * 10^{-0.4882} * 2.90$$

$$\boldsymbol{I_{Tr} = 130.05 \frac{mm}{h}}$$

Y utilizando la ecuación 9 se calcula el caudal y se lo deja en función de la longitud:

$$Q = \frac{0.95 * 3.60m * L * 130.05}{360 * 10^4}$$

$$\boldsymbol{Q = 1.24 * 10^{-4} * L} \qquad (20)$$

Segunda parte caudal hidráulico se calcula con el método de Manning con la ecuación 12 y el radio hidráulico con la ecuación 13.

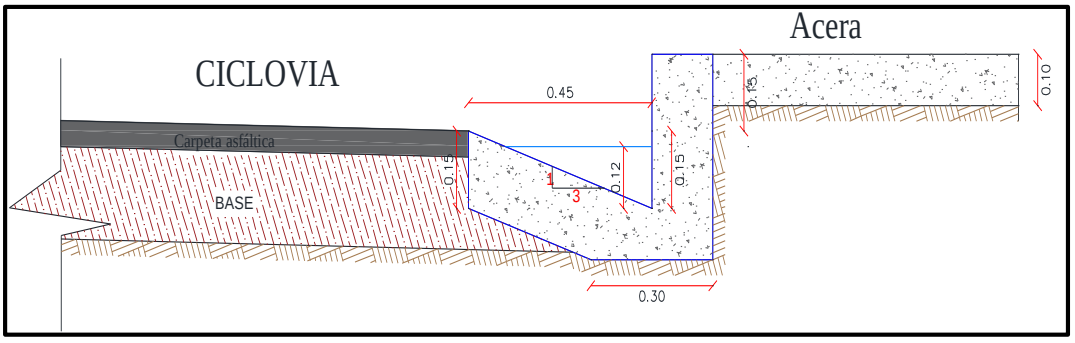


Figura 103: Cuneta tipo para la zona urbana.

Se procede al cálculo de los parámetros hidráulicos de la cuneta triangular según la figura 97:

- Ancho superficial (l) con la ecuación 14:

$$l = (3 + 0) * 0.12$$

$$l = 3 * 0.12m = 0.36m$$

- Área (a) con la ecuación 15:

$$= \frac{(3 + 0) * 0.12^2}{2}$$

$$a = 0.0216\ m^2$$

- Perímetro mojado con la ecuación 16:

$$P = \left(\sqrt{1 + 3^2} + \sqrt{1 + 0^2}\right) * 0.12\ m$$

$$P = \left(\sqrt{10} + \sqrt{1}\right) * 0.12\, m$$

$$P = 0.4995\, m$$

- Radio hidráulico con la ecuación 13:

$$R = \frac{0.0216\, m^2}{0.4995\, m}$$

$$R = 0.0432\, m$$

- Caudal hidráulico con la ecuación 12:

$$Q = \frac{1}{0.015} * 0.0216 * 0.0432^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.1774 * S^{\frac{1}{2}}$$

- Para hallar la longitud igualamos los caudales, es decir:

$$0.1774 * S^{\frac{1}{2}} = 1.24 * 10^{-4} * L$$

$$L = \frac{0.1774 * S^{\frac{1}{2}}}{1.24 * 10^{-4}}$$

$$L = 1436.012 * S^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

- Velocidad con la ecuación 17:

$$V = \frac{1}{0.015} * 0.0432^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 8.214 * S^{\frac{1}{2}} \quad (22)$$

Tabla 30

Longitud de descarga máxima zona urbana.

Grad. (%)	ABS. Inicio	ABS. Fin	Long. Max. (m)	Vel. (m/s)	QHa (m3/s)	QHo (m3/s)	Condición
8,58	3+249,73	3+839,96	420,63	2,41	0,05	0,05	CUMPLE
0,28	3+839,96	4+097,38	75,99	0,43	0,01	0,01	CUMPLE
4,33	4+097,38	4+442,17	298,81	1,71	0,04	0,04	CUMPLE
6,33	4+442,17	4+651,30	361,29	2,07	0,04	0,04	CUMPLE
6,11	4+651,30	5+160,00	354,96	2,03	0,04	0,04	CUMPLE
5,21	5+160,00	5+428,89	327,78	1,87	0,04	0,04	CUMPLE
0,42	5+428,89	5+439,88	93,06	0,53	0,01	0,01	CUMPLE
0,40	5+439,88	5+918,05	90,82	0,52	0,01	0,01	CUMPLE
6,26	5+918,05	6+000,05	359,29	2,06	0,04	0,04	CUMPLE
0,52	6+000,05	6+089,57	103,55	0,59	0,01	0,01	CUMPLE
4,19	6+089,57	6+233,22	293,94	1,68	0,04	0,04	CUMPLE
6,09	6+233,22	6+320,00	354,38	2,03	0,04	0,04	CUMPLE
3,81	6+320,00	6+741,09	280,30	1,60	0,03	0,03	CUMPLE
2,66	6+741,09	7+028,44	234,21	1,34	0,03	0,03	CUMPLE
1,40	7+028,44	7+340,00	169,91	0,97	0,02	0,02	CUMPLE
0,27	7+340,00	7+788,44	74,62	0,43	0,01	0,01	CUMPLE
2,03	7+788,44	8+280,00	204,60	1,17	0,03	0,03	CUMPLE
1,29	8+280,00	8+900,00	163,10	0,93	0,02	0,02	CUMPLE
3,75	8+900,00	9+060,00	278,08	1,59	0,03	0,03	CUMPLE
4,85	9+060,00	9+267,61	316,25	1,81	0,04	0,04	CUMPLE

CONTINUA→

3,61	9+267,61	9+531,30	272,84	1,56	0,03	0,03	CUMPLE
6,04	9+531,30	9+692,55	352,92	2,02	0,04	0,04	CUMPLE
2,40	9+692,55	9+800,00	222,47	1,27	0,03	0,03	CUMPLE
4,51	9+800,00	10+020,72	304,96	1,74	0,04	0,04	CUMPLE
4,01	10+020,72	10+300,00	287,56	1,64	0,04	0,04	CUMPLE
4,74	10+300,00	10+698,74	312,64	1,79	0,04	0,04	CUMPLE
2,86	10+698,74	10+940,00	242,85	1,39	0,03	0,03	CUMPLE
0,52	10+940,00	11+512,67	103,55	0,59	0,01	0,01	CUMPLE
5,16	11+512,67	11+980,00	326,20	1,87	0,04	0,04	CUMPLE
4,75	11+980,00	12+060,00	312,97	1,79	0,04	0,04	CUMPLE
2,88	12+060,00	12+211,31	243,70	1,39	0,03	0,03	CUMPLE
1,26	12+211,31	12+353,68	161,19	0,92	0,02	0,02	CUMPLE
9,63	12+353,68	12+517,33	445,63	2,55	0,06	0,06	CUMPLE
6,94	12+517,3	12+743,43	378,30	2,16	0,05	0,05	CUMPLE
5,02	12+743,4	12+860,00	321,74	1,84	0,04	0,04	CUMPLE
0,69	12+860,0	13+060,00	119,28	0,68	0,01	0,01	CUMPLE
2,20	13+060,0	13+860,00	212,99	1,22	0,03	0,03	CUMPLE
0,29	13+860,0	14+700,00	77,33	0,44	0,01	0,01	CUMPLE

CONTINUA→

4,12	14+700,00	15+040,00	291,48	1,67	0,04	0,04	CUMPLE
5,71	15+040,00	15+180,00	343,14	1,96	0,04	0,04	CUMPLE
6,55	15+180,00	15+396,39	367,52	2,10	0,05	0,05	CUMPLE

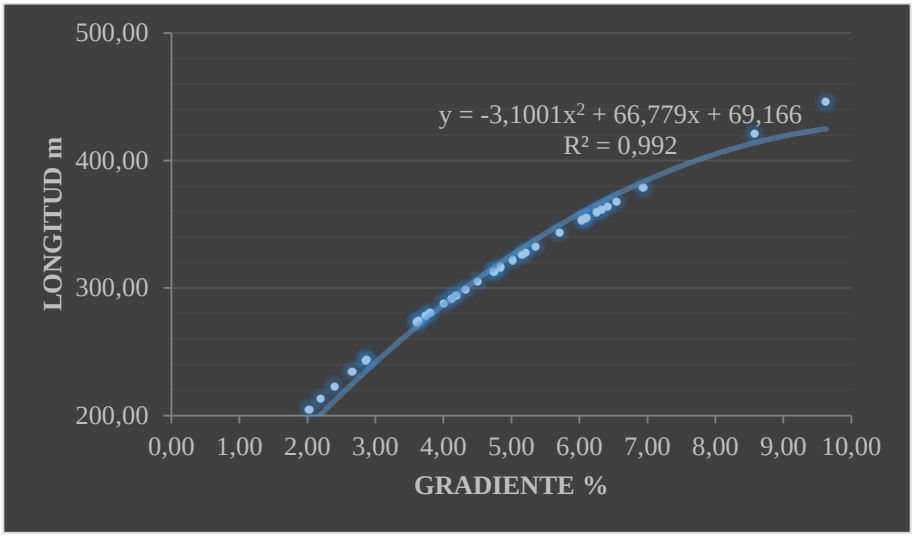


Figura 104: Longitud en función de la gradiente zona urbana.

En la tabla 30 se puede observar que los caudales son iguales al tener longitudes máximas pero debido a los requerimientos de las condiciones del terreno la longitud va a ser menor a la calculada por lo que el caudal hidrológico va a bajar y cumpliría con la condición de diseño: $Qhidrológico < Q\ hidráulico$.

4.3.2 Drenaje transversal

El drenaje transversal se refiere a las alcantarillas transversales para desfogar el caudal aportado las cunetas y a la vez para desfogar permitir el paso del río que atraviesa la vía. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

Para el cálculo de la misma se va a utilizar el método racional para el cálculo del caudal hidrológico y se realizara una comparación con el caudal hidráulico de una sección circular que es la que se eligió. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015).

4.3.2.1 Drenaje transversal zona rural

Caudal hidrológico para cunetas:

En este caso se va a calcular el caudal hidrológico con la ecuación 7 y considerando un ancho de la ciclovía y/o ancho de aporte del corte de talud, para este caso de los perfiles de corte se asume un ancho constante en corte de 5m.

- **Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía se toma el usado anteriormente:

$$C = 0.40 * 1.30 = 0.52$$

Y para la sección de la ciclovía se toma $C = 0.95$ que es el coeficiente de escurrimiento de asfalto

- **Intensidad máxima diaria:** La intensidad de igual manera se utiliza la ya calculada:

$$Id_{tr} = 2.90 \frac{mm}{h}$$

$$t = 10\, min$$

Como t se encuentra en el intervalo: $5min < t < 50\ min$ se usa la ecuación10:

$$I_{Tr} = 138.01 * 10^{-0.4882} * 2.90$$

$$\boldsymbol{I_{Tr} = 130.05 \frac{mm}{h}}$$

Y con la ecuación 8 y 9 se calcula el caudal hidrológico:

$$Q = \frac{C1 * B1 * L * I_{Tr}}{360 * 10^4} + \frac{C2 * B2 * L * I_{Tr}}{360 * 10^4}$$

$$Q = \frac{[0.52 * 5m + 0.95 * 4.00m] * L * 130.05}{360 * 10^4}$$

$$Q = 2.31 * 10^{-4} * L$$

Caudal hidrológico para cuenca hidrográfica:

Para este caudal lo primero que se debe realizar es el trazado de la cuenca y a la vez el cálculo de sus parámetros morfo métricos, para facilitar el cálculo de los mismo se usó el programa ArcGis 10.3 por lo tanto se tiene:

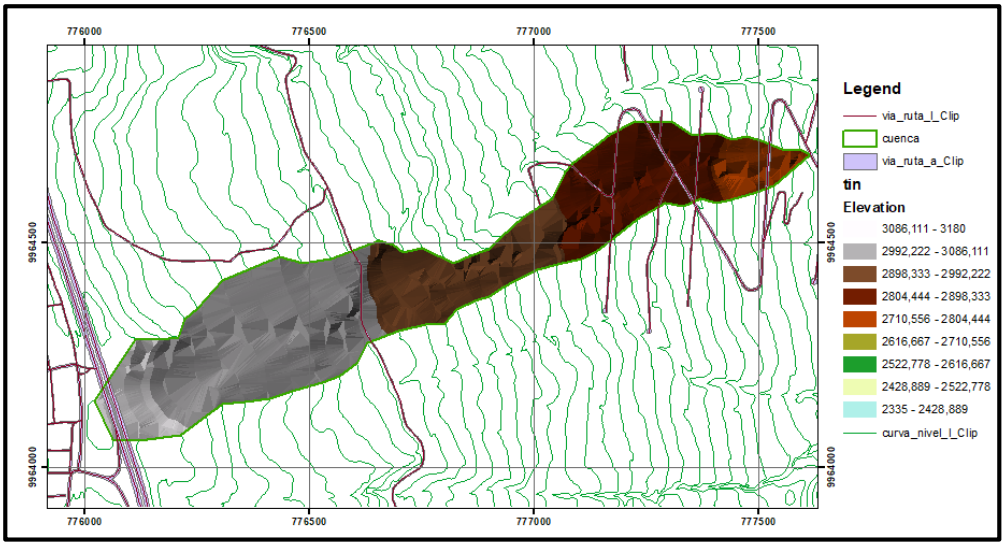


Figura 105: Cuenca de la quebrada que cruza por la ciclovía.

area	perimetro
300833,827814	3749,50268

Figura 106: Área y perímetro de la cuenca.

- El área de la cuenca es $300833.8278\ m^2$

El perímetro es $3749.5027\ m$ El caudal se lo calcula con la ecuación 9 del método racional:

- **Coeficiente de escorrentía** El coeficiente de escorrentía se toma el usado anteriormente:

$$C = 0.40 * 1.30 = 0.52$$

- **Intensidad máxima diaria** La intensidad de igual manera se utiliza la ya calculada:

$$Id_{tr} = 2.90 \frac{mm}{h}$$

$$t = 10\ min$$

Como t se encuentra en el intervalo: $5min < t < 50\ min$ se usa la ecuación 10:

$$I_{Tr} = 138.01 * 10^{-0.4882} * 2.90$$

$$I_{Tr} = 130.05 \frac{mm}{h}$$

El caudal se calcula con los datos anteriores y reemplazando en la ecuación 9:

$$Q = \frac{0.52 * 300833.8278 * 130.05}{360 * 10^4}$$

$$Q = 5.651 \frac{m^3}{s}$$

Caudal hidráulico de la sección:

Como se tiene dos tipos de caudales se va a tomar dos diámetros y con tuberías de hormigón.

- **DIAMETRO 0.80 m**

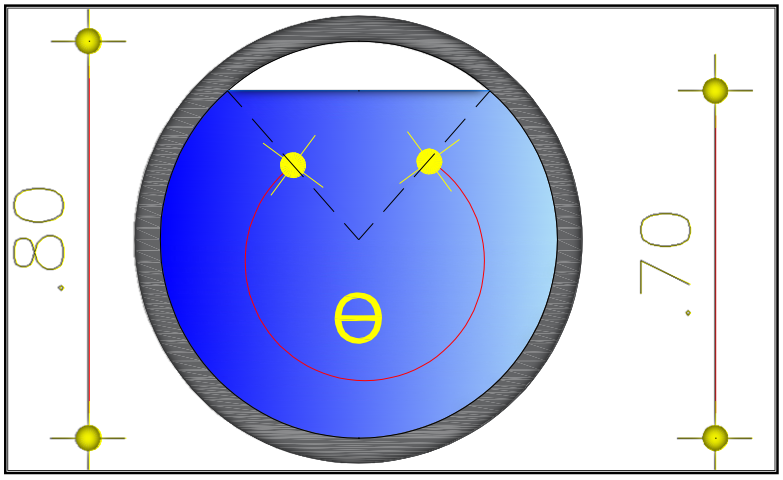


Figura 107: Tubo circular para alcantarillas D=0.80m

.

- El ángulo formado se calcula con la siguiente ecuación:

$$\theta = 2 * ArcCos\left(\frac{D - 2 * Y}{D}\right) \quad (23)$$

$$\theta = 2 * ArcCos\left(\frac{0.80\ m - 2 * 0.70\ m}{0.80\ m}\right)$$

$$\theta = 4.8377\ rad$$

- Área:

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta rad - sen\theta) \quad (24)$$

$$A = \frac{0.80^2}{8} * (4.8377 - sen\ 4.8377)$$

$$A = 0.4664\ m^2$$

- Perímetro mojado

$$P = \frac{D * \theta rad}{2} \quad (25)$$

$$P = \frac{0.80 * 4.8377}{2}$$

$$P = 1.9351\ m$$

- Radio Hidráulico se calcula con la ecuación 13:

$$R = \frac{0.4664\ m^2}{1.9351\ m}$$

$$R = 0.2410\ m$$

- Caudal Hidráulico se calcula con la ecuación 12:

$$Q = \frac{1}{0.012} * 0.4664 * 0.2410^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 15.0522 * S^{\frac{1}{2}}$$

La pendiente S es la de la tubería en este caso utilizaremos 2%

- **DIAMETRO 2.60 m**

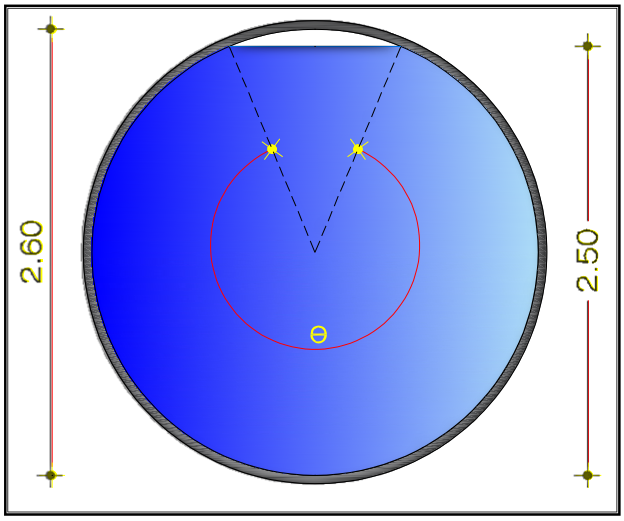


Figura 108: Tubo circular para alcantarillas D=2.60m.

- El ángulo formado con la ecuación 23:

$$\theta = 2 * ArcCos\left(\frac{2.60\ m - 2 * 2.50\ m}{2.60\ m}\right)$$

$$\theta = 5.4936\ rad$$

- Área ecuación 24:

$$A = \frac{D^2}{8} * (\theta rad - sen\theta)$$

$$A = \frac{2.60^2}{8} * (5.4936 - sen\ 5.4936)$$

$$A = 5.2421\ m^2$$

- Perímetro mojado ecuación 25:

$$P = \frac{D * \theta rad}{2}$$

$$P = \frac{2.60 * 5.4936}{2}$$

$$P = 7.1417\ m$$

- Radio Hidráulico con la ecuación 13:

$$R = \frac{5.2421\ m^2}{7.1417\ m}$$

$$R = 0.7340\ m$$

- Caudal Hidráulico se calcula con la ecuación 12:

$$Q = \frac{1}{0.012} * 5.2421 * 0.7340^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 355.4619 * S^{\frac{1}{2}}$$

La pendiente S es de la tubería en este caso utilizaremos 3%.

Tabla 31

Comparación del caudal hidrológico con el caudal hidráulico en alcantarillas.

N	ABS	Long	Q hidro cuneta	C	I_{Tr}	A. cuenca (m2)	Q hidro cuenca (m3/s)	Q hidro total (m3/s)	Grad (%)	Φ (m)	Q Hidra (m3/s)	CONDICIÓN QHidro< Qhidra
0	0+000,00											
1	0+220,00	220,00	0,05					0,05	2,00	0,80	0,21	CUMPLE
2	0+400,00	180,00	0,04	0,52	130,05	300833,83	5,65	5,69	3,00	2,60	6,16	CUMPLE
3	0+464,72	64,72	0,01	0,52	130,05	300833,83	5,65	5,67	3,00	2,60	6,16	CUMPLE
4	0+700,00	235,28	0,05					0,05	2,00	0,80	0,21	CUMPLE
5	0+868,50	168,50	0,04	0,52	130,05	300833,83	5,65	5,69	3,00	2,60	6,16	CUMPLE
6	1+280,00	411,50	0,10					0,10	2,00	0,80	0,21	CUMPLE
7	1+626,80	346,80	0,08	0,52	130,05	300833,83	5,65	5,73	3,00	2,60	6,16	CUMPLE
8	1+919,88	293,08	0,07	0,52	130,05	300833,83	5,65	5,72	3,00	2,60	6,16	CUMPLE
9	2+320,00	400,12	0,09					0,09	2,00	0,80	0,21	CUMPLE
10	2+820,00	500,00	0,12					0,12	2,00	0,80	0,21	CUMPLE
11	3+060,00	240,00	0,06					0,06	2,00	0,80	0,21	CUMPLE

Protección de entrada y salida

Para mejorar la funcionalidad de las alcantarillas se puede realizar protecciones de entrada y salida que ayudaran al encauce del agua del terreno natural, al del interior de la alcantarilla y nuevamente al terreno natural; como esta protección está formada por muros de ala también ayuda con la contención de la tierra. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

Dichos muros de ala según la normativa del (MTOP M. d., 2003), deben tener 45° con respecto al eje longitudinal de la alcantarilla. A la vez se debe realizar un enrocamiento de ancho mínimo de 3 metros (figura 103).

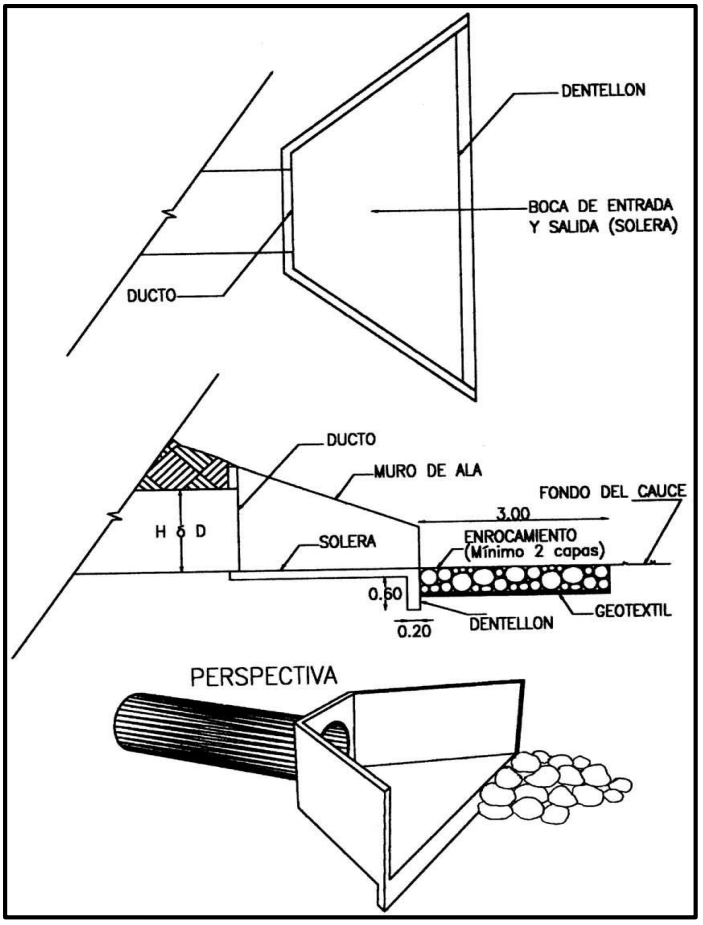


Figura 109: Dimensionamiento de protecciones de alcantarillas vista lateral.
Fuente: (MTOP M. d., 2003)

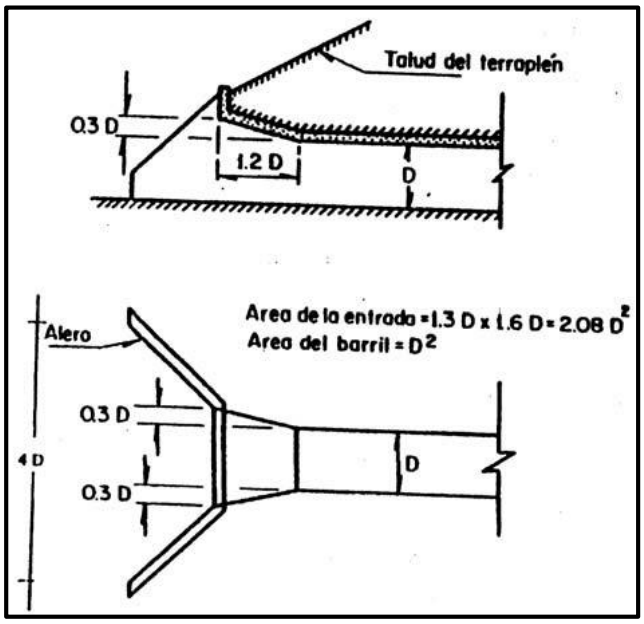


Figura 110: Dimensionamientos de protecciones para alcantarillas vista en planta.
Fuente: (MTOP M. d., 2003)

Como se observa en las imágenes la normativa da valores para el dimensionamiento de las protecciones de las alcantarillas, por lo tanto:

$$D = 0.80\ m$$

$$0.3D = 0.3 * 0.8 = 0.24m \approx 0.25\ m$$

$$4D = 4 * 0.8 = 3.2\ m$$

$$1.2D = 1.2 * 0.8 = 0.96\ m$$

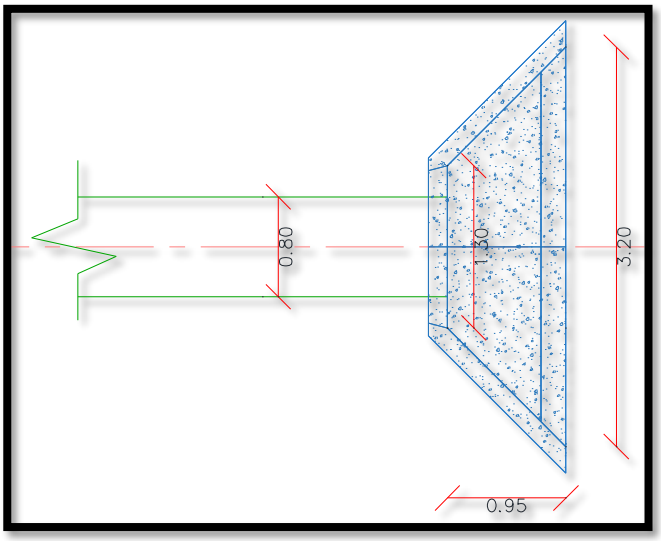


Figura 111: Protección para alcantarilla vista en planta D=0.80m.

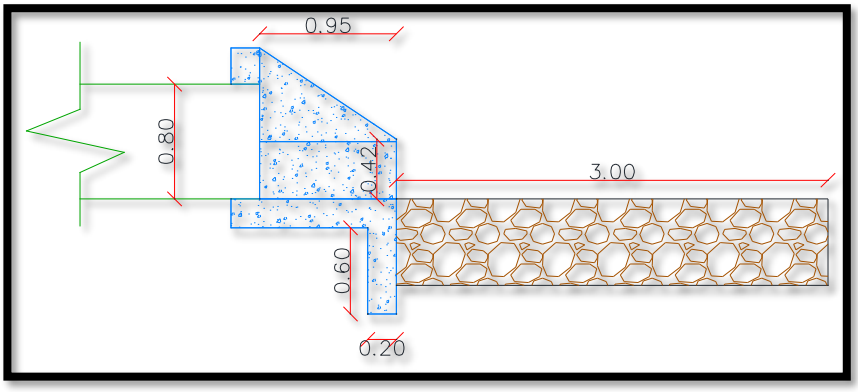


Figura 112: Vista lateral de protección para alcantarilla D=0.80m.

En estas alcantarillas como son para el desfogue de las cunetas, por lo tanto, para la entrada es de forma cajón de 1.30m x 1.30m x 0.20m con un espacio para desfogue que tendrá la misma sección de la cuneta en zona urbana. En la salida es un muro de ala, en el Anexo 5 se encuentra la distribución de las mismas.

$$D = 2.60\ m$$

$$0.3D = 0.3 * 2.6 = 0.78m \approx 0.80\ m$$

$$4D = 4 * 2.60 = 10.40\ m$$

$$1.2D = 1.2 * 2.6 = 3.12\ m$$

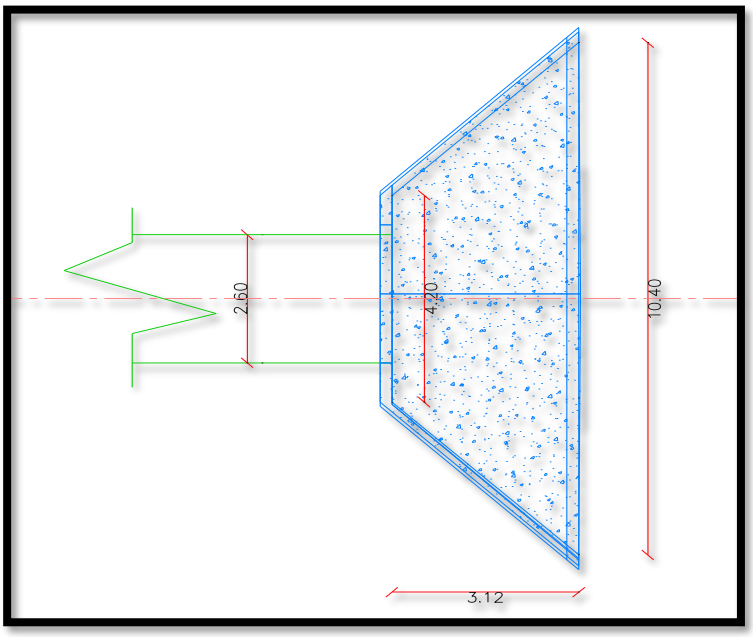


Figura 113: Protección par alcantarilla D=2.60m vista en planta.

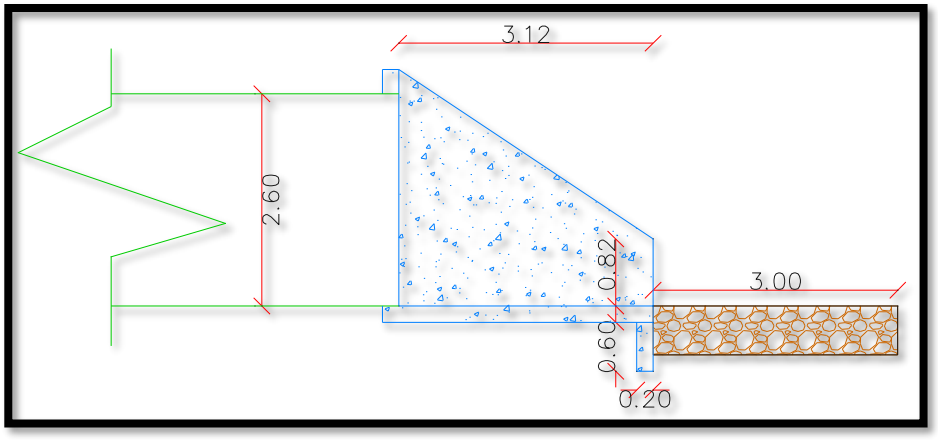


Figura 114: Vista lateral de protección para alcantarilla D=2.60m.

En este caso tanto la protección de entrada como la de salida son con muros de ala debido a que debe permitir el paso de las aguas provenientes de una cuenca considerable.

Los muros de ala tendrán un armado asumido de: $1\emptyset 12\text{mm}@20cm$ en cada sentido es decir horizontal y vertical, en el Anexo 5 se presentan los planos de obras complementarias.

4.3.2.2 Drenaje transversal zona urbano

El drenaje transversal de la zona urbana, es decir de las calles que ya están realizadas se desfogara a los sumideros que ya están realizados por el alcantarillado pluvial y en su mayoría están ubicados cada 80m que a la vez es la distancia que se encuentra cada pozo de revisión del alcantarillado mixto. Por lo tanto, al ser esta distancia de 80m el caudal hidráulico de aporte de la cuneta va a ser menor y se calcula con la siguiente formula la capacidad de drenaje del sumidero que debe ser menor al del aporte de la cuneta lo que es una condición que debe cumplir y así cumplirá. (Ocampo Andrade, 2013)

La rejilla estándar que se toma es de 41 cm x 55 cm que es la que están colocadas, estos sumideros se deben ubicar cada 80m y de preferencia en cada cambio de pendiente y en las esquinas de cada cuadra o manzana para que así tenga un mejor funcionamiento. (Ocampo Andrade, 2013)

La tubería de la sección debe tener un diámetro mínimo de 200mm y una longitud máxima de 15m lo que en nuestro caso es menor 4 metros por lo tanto no existe problema. En la figura 109 se muestra la sección que escoge para el diseño. (Ocampo Andrade, 2013)

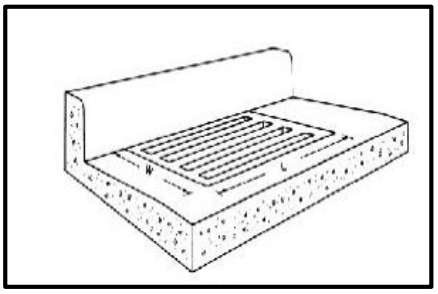


Figura 115: Sumidero de rejilla en cuneta.
Fuente: (CIACUA, 2009)

La ecuación de la capacidad es:

$$Q = 0.375 * Y_0^{\frac{8}{3}} * \left(\frac{Z}{n}\right) * S_0^{\frac{1}{2}} \quad (26)$$

Donde:

Q= caudal m3/s

Y_0= Mayor profundidad de flujo m

Z= inverso de pendiente transversal

S_0= pendiente longitudinal

n= coeficiente de Manning

Tabla 32

Caudal de la capacidad de los sumideros debido a la gradiente.

Grad (%)	**ABS. Inicio**	**ABS. Fin**	**Long. Diseño (m)**	**Velocidad m/s**	**Q. Hidracuneta (m^3/s)**	**Q. Hidro Cuneta L=80m**	**Q. Sumidero (m^3/s)**	**Observación Qsumi> Qhidro**
8,58	3+249,73	3+839,96	80,00	2,41	0,05	0,010	0,077	Cumple
0,28	3+839,96	4+097,38	80,00	0,43	0,01	0,010	0,014	Cumple
4,33	4+097,38	4+442,17	80,00	1,71	0,04	0,010	0,055	Cumple
6,33	4+442,17	4+651,30	80,00	2,07	0,04	0,010	0,066	Cumple
6,11	4+651,30	5+160,00	80,00	2,03	0,04	0,010	0,065	Cumple
5,21	5+160,00	5+428,89	80,00	1,87	0,04	0,010	0,060	Cumple
0,42	5+428,89	5+439,88	80,00	0,53	0,01	0,010	0,017	Cumple
0,40	5+439,88	5+918,05	80,00	0,52	0,01	0,010	0,017	Cumple
6,26	5+918,05	6+000,05	80,00	2,06	0,04	0,010	0,066	Cumple
0,52	6+000,05	6+089,57	80,00	0,59	0,01	0,010	0,019	Cumple
4,19	6+089,57	6+233,22	80,00	1,68	0,04	0,010	0,054	Cumple
6,09	6+233,22	6+320,00	80,00	2,03	0,04	0,010	0,065	Cumple
3,81	6+320,00	6+741,09	80,00	1,60	0,03	0,010	0,051	Cumple

CONTINUA→

2,66	6+741,09	7+028,44	80,00	1,34	0,03	0,010	0,043	Cumple
1,4	7+028,44	7+340,00	80,00	0,97	0,02	0,010	0,031	Cumple
0,27	7+340,00	7+788,44	80,00	0,43	0,01	0,010	0,014	Cumple
2,03	7+788,44	8+280,00	80,00	1,17	0,03	0,010	0,037	Cumple
1,29	8+280,00	8+900,00	80,00	0,93	0,02	0,010	0,030	Cumple
3,75	8+900,00	9+060,00	80,00	1,59	0,03	0,010	0,051	Cumple
4,85	9+060,00	9+267,61	80,00	1,81	0,04	0,010	0,058	Cumple
3,61	9+267,61	9+531,30	80,00	1,56	0,03	0,010	0,050	Cumple
6,04	9+531,30	9+692,55	80,00	2,02	0,04	0,010	0,065	Cumple
2,4	9+692,55	9+800,00	80,00	1,27	0,03	0,010	0,041	Cumple
4,51	9+800,00	10+020,7	80,00	1,74	0,04	0,010	0,056	Cumple
4,01	10+020,7	10+300,0	80,00	1,64	0,04	0,010	0,053	Cumple
4,74	10+300,0	10+698,7	80,00	1,79	0,04	0,010	0,057	Cumple
2,86	10+698,7	10+940,0	80,00	1,39	0,03	0,010	0,044	Cumple
0,52	10+940,0	11+512,7	80,00	0,59	0,01	0,010	0,019	Cumple
5,16	11+512,7	11+980,0	80,00	1,87	0,04	0,010	0,060	Cumple
4,75	11+980,0	12+060,0	80,00	1,79	0,04	0,010	0,057	Cumple
2,88	12+060,0	12+211,3	80,00	1,39	0,03	0,010	0,045	Cumple
1,26	12+211,3	12+353,7	80,00	0,92	0,02	0,010	0,029	Cumple
9,63	12+353,7	12+517,3	80,00	2,55	0,06	0,010	0,082	Cumple
6,94	12+517,3	12+743,4	80,00	2,16	0,05	0,010	0,069	Cumple
5,02	12+743,4	12+860,0	80,00	1,84	0,04	0,010	0,059	Cumple
0,69	12+860,0	13+060,0	80,00	0,68	0,01	0,010	0,022	Cumple
2,2	13+060,0	13+860,0	80,00	1,22	0,03	0,010	0,039	Cumple
0,29	13+860,0	14+700,0	80,00	0,44	0,01	0,010	0,014	Cumple
4,12	14+700,0	15+040,0	80,00	1,67	0,04	0,010	0,053	Cumple
5,71	15+040,0	15+180,0	80,00	1,96	0,04	0,010	0,063	Cumple
6,55	15+180,0	15+396,4	80,00	2,10	0,05	0,01	0,07	Cumple

4.3.3 PUENTE

4.3.3.1 Geometría del puente

El puente está ubicado entre las abscisas 5+428.89 y 5+439.89m del proyecto teniendo una longitud de 11.00 m y una pendiente transversal de 0.42% como se muestra en la figura 110**,** que es aceptable según la normativa AASHTO para drenajes. (Rodriguez, 2010)

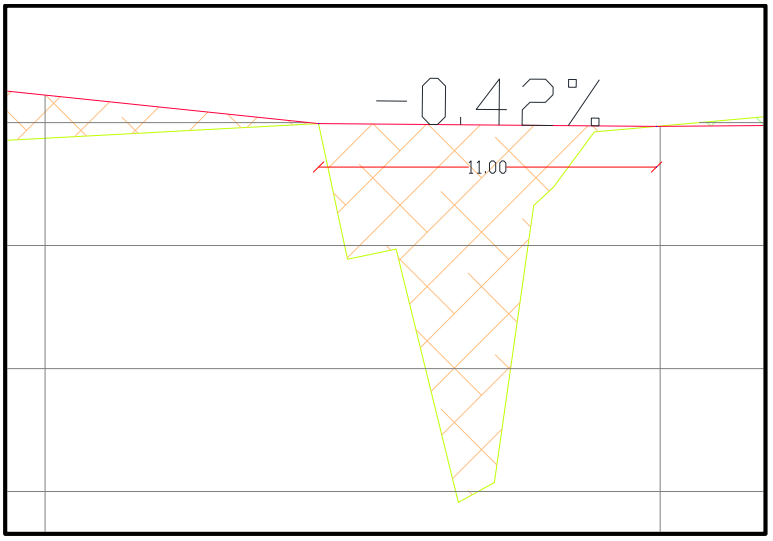


Figura 116: Ubicación de puente en perfil longitudinal de la ciclovía.

a) **Ancho de vía o calzada**

En este caso por ser un puente exclusivo para ciclovía se ajusta al proyecto y será de 3.00m, la misma que será bidireccional. (Rodriguez, 2010)

b) Cordón barrera

Tiene entre otros propósitos el control del drenaje y delinear el borde de la vía de tráfico. Su altura varía en el rango de 15 a 20 cm, y no son adecuados para prevenir que un vehículo deje el carril. (Rodriguez, 2010)

c) **Barandas**

Se instalan en el borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será de mínimo de 1.10 m, en ciclovías debe ser menor que 1.40 m. Una baranda puede ser diseñada para usos múltiples como protección vehicular o peatonal y resistir al choque con o sin la acera. Sin embargo, su uso debe ser en carreteras donde la velocidad máxima permitida sea de 70 km/h. Para velocidades mayores o iguales a 80 km/h, para proteger a los peatones es preferible utilizar una barrera. (Rodriguez, 2010)

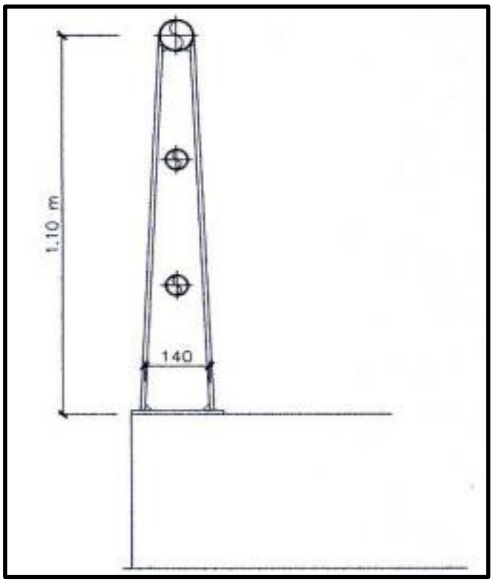


Figura 117: Baranda peatonal típica.
Fuente: (Rodriguez, 2010)

d) Pavimento

Puede ser rígido o flexible y se dispone en la superficie superior del puente y accesos. El espesor del pavimento se define en función al tráfico esperado en la vía, que para el presente proyecto se usa 0.05 m y de pavimento rígido. (Rodriguez, 2010)

e) Drenaje

La pendiente de drenaje longitudinal debe ser la mayor posible, recomendándose un mínimo de 0.5%. La pendiente de drenaje transversal mínima es de 2% para las superficies de rodadura. Para el drenaje transversal en el puente se debe usar sumideros o lloraderos que son típicos drenes de material anticorrosivo de diámetro Ø 0.10 m cada 0.40 m, sobresaliendo debajo de la placa 0.05 m como mínimo (figura 112). El agua drenada no debe caer sobre las partes de la estructura y debe dirigirse a una corriente natural. (Rodriguez, 2010)

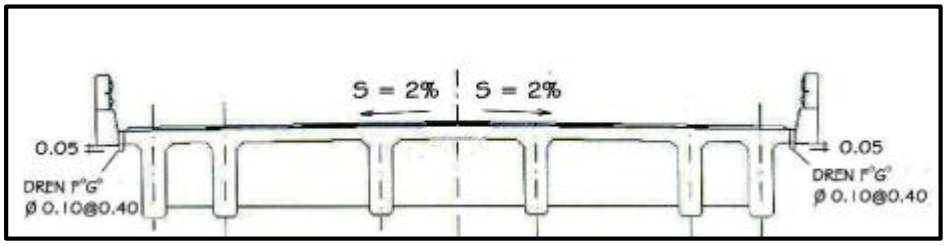


Figura 118: Sección típica de un puente.
Fuente: (Rodriguez, 2010)

f) **Sección transversal**

El ancho de la sección transversal de un puente no será menor que el ancho del acceso y en la ciclovía es de 3m (figura 113), y podrá contener: vías de tráfico, vías de seguridad, veredas, ciclovía, barreras y barandas, elementos de drenaje, en el presente proyecto solo se considera la ciclovía y barreras o parapetos dando como ancho un valor de 3.72m. (Rodriguez, 2010)

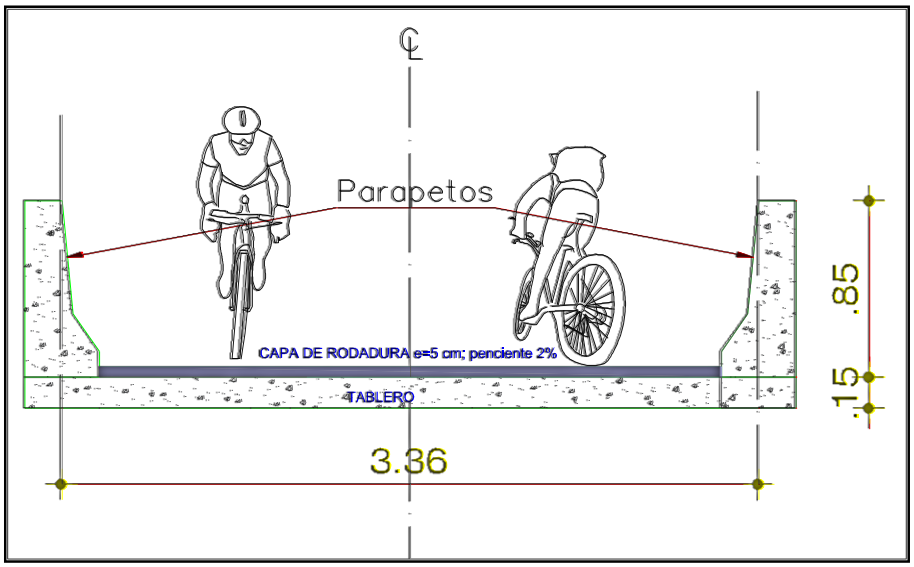


Figura 119: Sección transversal de puente para peatones y ciclistas.

4.3.3.2 Cargas de diseño

a) Carga viva de peatones

La normativa AASHTO menciona que, para elementos principales de soporte, incluyendo vigas, cerchas, y arcos, deberán estar diseñados para una carga viva de peatones de 85 lb/pie2 o 415.01 kg/m2, lo cual es una carga bastante alta; mientras que la normativa peruana menciona que para puentes peatonales y de trafico de bicicletas se use 90 lb/pie2 que es 436.05 kg/m2, por lo tanto, para el proyecto se toma una carga de 450 kg/m2. (Rodriguez, 2010)

Cabe aclarar que la norma AASHTO menciona que el diseñador decidirá si debe considerar un carro de mantenimiento, pero la misma no debe actuar simultáneamente con la carga viva antes mencionada, siempre y cuando no se restringa el paso de vehículos se utilizará esta carga. (Rodriguez, 2010)

b) Carga muerta

Para la carga muerta se debe realizar un cálculo del precio propio de cada uno de los elementos estructurales considerados en este diseño como son: el parapeto, el tablero del puente, las vigas y los estribos.

4.3.3.3 Diseño de la baranda

Para la baranda se usa la normativa (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005), en donde da cargas para el diseño de la misma, por lo tanto, para este caso se va a realizar un armado con criterio propio y se procede a realizar las respectivas comprobaciones según se indica en la normativa.

Cargas de diseño para protecciones vehiculares

La normativa (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005) presenta 6 niveles de impacto para el diseño de barandas pero para el presente proyecto se usará:

•**TL-4 − Nivel de Impacto Cuatro:** Aceptable para la mayoría de puentes en carreteras de alta velocidad, autovías, autopistas y carreteras interestatales y tráfico combinado que incluye camiones y vehículos pesados. (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

En la tabla 33 se presentan los valores de las fuerzas aplicadas sobre la baranda, y también alturas y longitudes mínimas.

Tabla 33

Cargas de diseño según el nivel de impacto.

Fuerza de Diseño	Niveles de capacidad de carga para Protecciones laterales vehiculares.					
	TL-1	**TL-2**	**TL-3**	**TL-4**	**TL-5**	**TL-6**
Transversal F_t (N)	60	120	240	240	550	780
Longitudinal F_L (N)	20	40	80	80	183	260
Vertical Descendente Fv (N)	20	20	20	80	355	355
L_t y L_L (mm)	1220	1220	1220	1070	2440	2440
Lv (mm)	5500	5500	5500	5500	12.20	12.20
He (min). (mm)	460	510	610	810	1070	1420
Mínima altura del riel H (mm)	685	685	685	810	1070	2290

Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

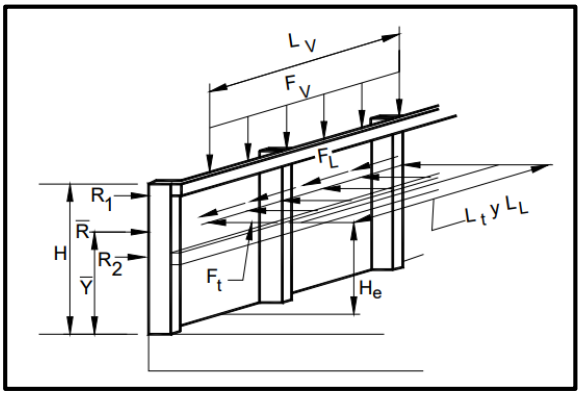


Figura 120: Fuerzas aplicadas en una baranda.

Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

Tabla 34

Velocidad de circulación para ensayos según el nivel de impacto.

Características de los vehículos	Pequeños automóviles		Camionetas (Pickups)	Camión Semiremolque	Camión con remolque		Camión Cisterna
W (N)	7000	8000	20000	80000	220000	355000	350000
B (mm)	1700	1700	2000	2300	2450	2450	2450
G (mm)	550	550	700	1250	1630	1850	2050
Ángulo de impacto, θ	20°	20°	25°	15°	15°	15°	15°
Nivel de resistencia	VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN (Km/h)						
TL-1	50	50	50	N/A	N/A	N/A	N/A
TL-2	70	70	70	N/A	N/A	N/A	N/A
TL-3	100	100	100	N/A	N/A	N/A	N/A
TL-4	100	100	100	80	N/A	N/A	N/A
TL-5	100	100	100	N/A	N/A	80	N/A
TL-6	100	100	100	N/A	N/A	N/A	80

Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

(Cernuschi, 2005) recomienda que para el nivel de resistencia TL-4 se use la siguiente sección (figura 115) y armado la misma que se procederá a realizar el análisis, estas dimensiones cumplen con los parámetros establecidos en la normativa AASHTO.

Cabe recalcar que se procede a calcular este tipo de baranda de hormigón armado, debido a que se trata de resguardar de la mejor manera la seguridad de los peatones y ciclistas ya que la Av.

Conocoto-Amaguaña donde se ubica el puente, es una avenida de alto tráfico especialmente en horas pico.

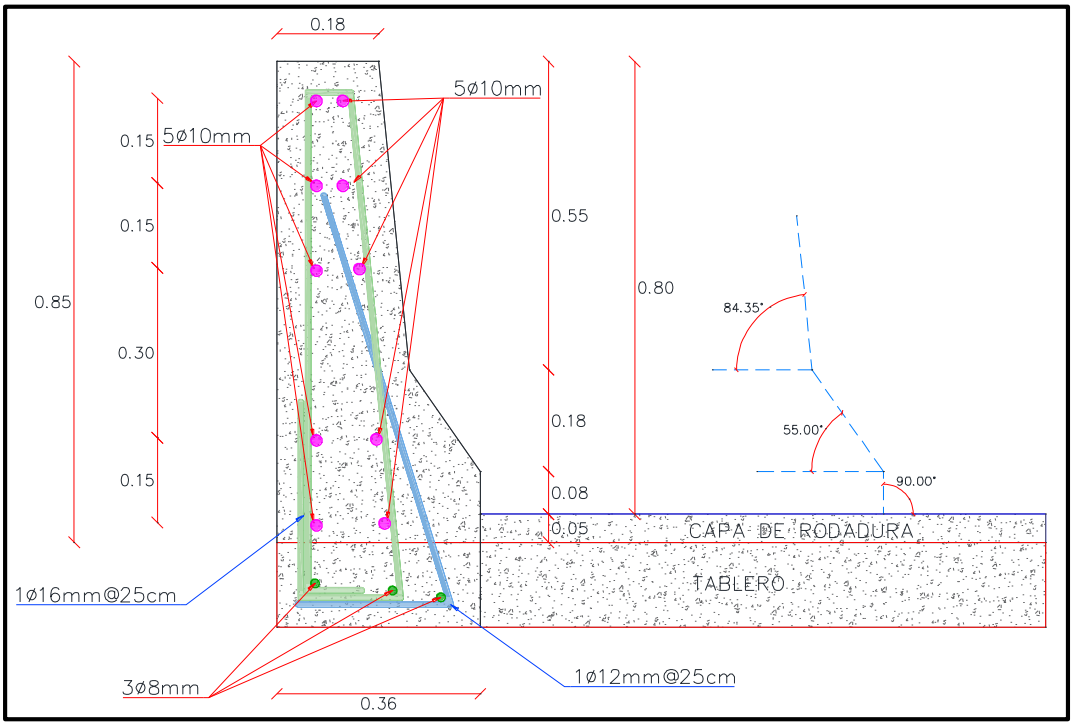


Figura 121: Baranda de hormigón armado para proyecto.

Para el diseño de la baranda se tiene los siguientes datos:

Tabla 35

Datos para el diseño de baranda.

Características de diseño de Baranda	
Nivel de seguridad	4
Ft=	240,00 KN
FI=	80,00 KN
Lt=	1,10 m
Hmin=	0,80 m

Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

Tabla 36
Materiales para el proyecto.

Características de los materiales	
fy=	420,00 Mpa
f´c=	24,00 Mpa

Tabla 37
Características geométricas de la baranda.

Características geométricas	
bs=	0,18 m
h=	0,85 m
α=	90,00 °
β=	55,00 °
γ=	84,00 °
hi=	0,075 m
hm=	0,18 m
hic=	0,05 m

Fuente: (Cernuschi, 2005)

Tabla 38
Acero de refuerzo en la baranda.

Armaduras		
Recubrimiento	0,035 m	recubrimiento armadura
N° Ahm	2	barras c/cara
φh=	10,000 mm	diámetro barras horizontales
φv3=	12,000 mm	diámetro barras verticales posición 3
φv4=	16,000 mm	diámetro barras verticales posición 4
Sep. Vert. Central=	0,25 m	Separación barras verticales zona central
Sep. Vert. Ext=	0,15 m	Separación barras verticales zona extrema y juntas

Fuente: (Cernuschi, 2005)

Con los datos establecidos, se procede a calcular mediante trigonometría, parámetros necesarios para el análisis de la sección y armado que se establecieron, estos parámetros se indican en figura 116.

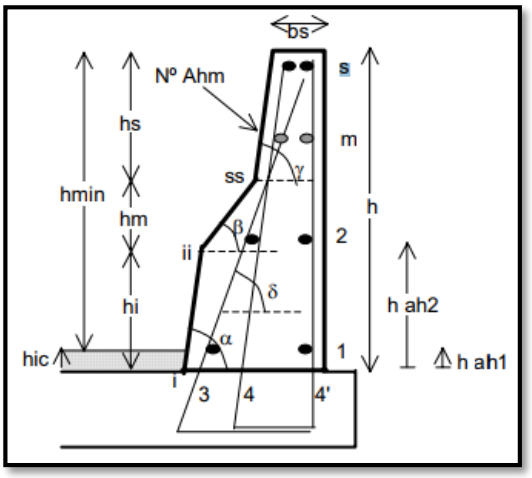


Figura 122: Baranda tipo para análisis.
Fuente: (Cernuschi, 2005)

Tabla 39
Geometría deducida de la baranda.

Parámetros geométricos deducidos	
hs=	0,595 m
bss=	0,243 m
bii=	0,369 m
bi=	0,369 m
bic=	0,369 m
δ=	1,162 rad
	66,56 °

Cálculo de longitudes básicas de anclajes

Las longitudes de anclaje se calculan con las siguientes fórmulas:

- Cuando las barras son de diámetros menores o iguales a las N° 36 se usa la siguiente ecuación que recomienda (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005):

$$L_{anclaje} = \frac{0.02 * Ab * fy}{\sqrt{f'c}} \quad (27)$$

- Pero estos diámetros no deben ser menores a:

Tabla 40
Áreas de acero según el diámetro

db (mm)	Ab (mm2)
10	78,54
12	113,10
16	201,06

Y se usa la siguiente ecuación:

$$L_{anclaje} = 0.6 * db ** fy \quad (28)$$

Por lo tanto, estas longitudes resultan:

Tabla 41
Longitudes de anclaje para cada posición.

Ldb h=	0,252 m
Ldb v3=	0,302 m
Ldb v4=	0,403 m

Diseño de barandas de hormigón armado

El método para el dimensionamiento de barandas de hormigón armado es el de líneas de rotura. El cual dimensiona el hormigón armado a rotura suponiendo la plastificación de las secciones. Esto es importante ya que, desde el punto de vista teórico, el impacto de un vehículo de mayor porte que el de diseño no producirá daños en el tablero del puente ya que la baranda colapsaría previamente por haber alcanzado su resistencia última. (Cernuschi, 2005)

En las siguientes figuras se mostrará las líneas de rotura para la contención de hormigón, es necesario recalcar en las regiones lejanas de las juntas predomina el mecanismo de rotura de tres líneas de la Figura 117 donde existen dos líneas de rotura que traccionan la cara interior y una que tracciona la cara exterior de la baranda; mientras que en las cercanías de las juntas y el final de la baranda aparece una línea de rotura como muestra la figura 119 que tracciona la cara interior de la baranda. (Cernuschi, 2005)

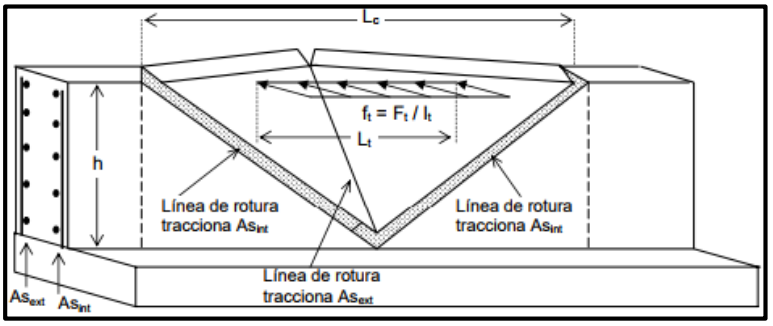


Figura 123: Esquema de líneas de rotura para barandas.
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

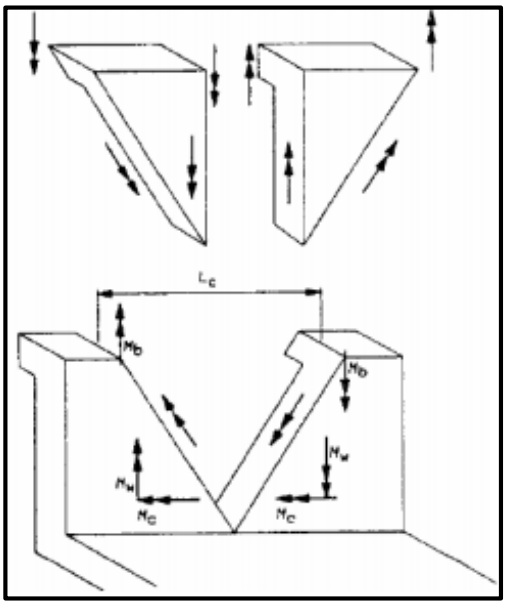


Figura 124: Momentos desarrollados en las líneas de rotura de la cuña.
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

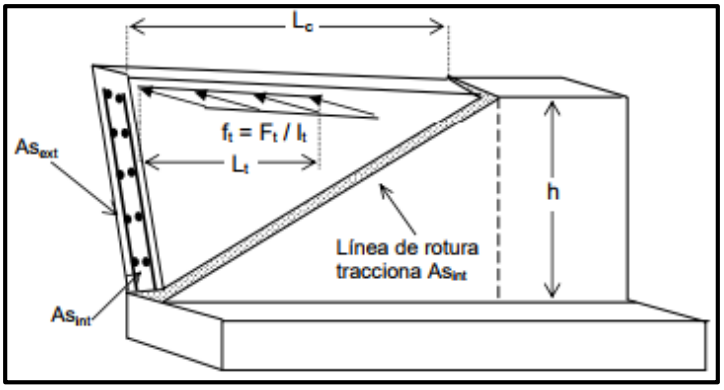


Figura 125: Línea de rotura para una sección extrema de baranda.
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

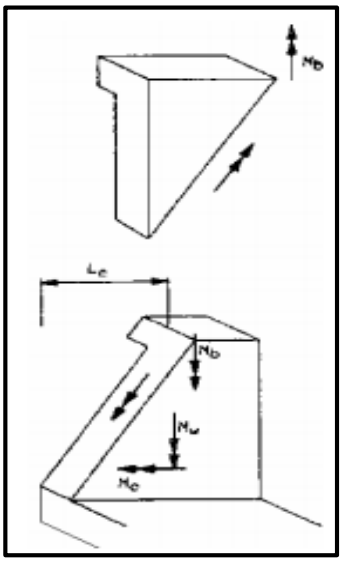


Figura 126: Momentos desarrollados en la línea de rotura en una sección extrema de la baranda.
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

Metodología de cálculo de barandas vehiculares de hormigón armado mediante líneas de rotura

Como se mencionó para el diseño de este tipo de barandas se adoptó el método de las líneas de rotura, donde las secciones de hormigón armado se plastifican, estando la armadura en fluencia con una tensión fy y le hormigón con una tensión f'c, para este caso se utilizará 4200 kg/cm2 y 240 kg/cm2 respectivamente. (Cernuschi, 2005)

En la figura 121 se describe el proceso de obtención del momento de rotura de una sección de hormigón armado. Al provocar el giro en la sección si las secciones se mantienen planas después de la deformación, ésta en su estado último llegará a la deformación de rotura de Hormigón ε_{cu} en la zona comprimida y si la armadura se encuentra lo suficiente alejada del eje neutro se encontrará a una deformación ε_s mucho mayor que su deformación de fluencia ε_y. De este modo, despreciando la resistencia a tracción del hormigón y el porte de la armadura cercana al eje neutro, se desarrollará

una zona comprimida de hormigón donde éste ha alcanzado su tensión de rotura f'c y el acero que se encuentra en la zona traccionada estará en fluencia a una tensión fy. Para el caso del hormigón, el diagrama desarrollado es una longitud c puede simplificarse en uno equivalente de forma rectangular de altura a como muestra la figura 122, de manera que a=β1*c siendo β1 el factor para equiparar la distribución de tensiones teórica del hormigón con un bloque rectangular a una tensión constante. Esta tensión toma el valor de 0.85*f'c para hormigones con una tensión que no exceda los 28Mpa (280 kg/cm2). (Cernuschi, 2005)

Este método es similar al que se utiliza para el diseño de vigas, utilizando el equilibrio de fuerzas, en la figura 121 la fuerza F_s que se desarrolla en el acero tiene que ser igual a la fuerza F_c que se desarrolla en el hormigón siendo ambas el resultado de multiplicar el área correspondiente por la tensión a la que está sometido el material. (Cernuschi, 2005)

$$F_s = A_s * fy \quad (29)$$

$$F_c = 0.85 * f'c * a * b \quad (30)$$

Al igualar estas expresiones se obtiene la altura del bloque de hormigón que está comprimido:

$$As * fy = 0.85 * f'c * a * b$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \quad (31)$$

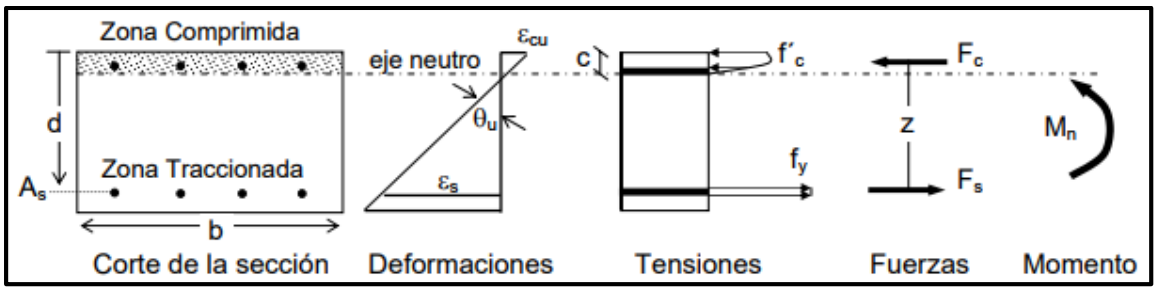


Figura 127: Momento resistente último de una sección de hormigón armado.
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

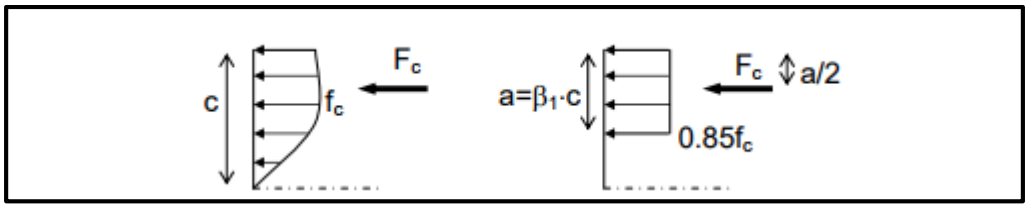


Figura 128: Bloque de compresión rectangular equivalente al hormigón
Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

Siendo el brazo de palanca z la distancia entre Fs y Fc de modo que:

$$z = d - \frac{a}{2} \qquad (32)$$

Donde d es la altura útil de la sección para la armadura traccionada tanto superior como inferior.

Una vez que se obtenga los parámetros mencionados anteriormente ya se puede calcular el momento último nominal de la sección. El momento será igual a la multiplicación de z por la fuerza en el acero Fs o en el hormigón Fc ya que son iguales y contrarias. (Duque, 2015)

$$M_n = F_s * z = A_s * fy * z \qquad (33)$$

Para obtener el momento resistente de la sección estimada para el proyecto se debe multiplicar por el factor de disminución de resistencia ϕ.

$$M_R = \emptyset * M_n \quad (34)$$

Sin embargo, en la normativa AASHTO establece que para eventos extremos como el impacto de vehículos el coeficiente de reducción toma el valor de 1 por lo tanto: (Cernuschi, 2005)

$$M_R = M_n$$

Para poder aplicar las fórmulas de línea de rotura, es necesario calcular los momentos resistentes de la sección en ambas direcciones, esto se debe a que la sección no es de espesor uniforme, debe hacerse un análisis detallado para cada armadura y posición para luego obtener el momento resistente por unidad de longitud. Los momentos a obtener son Mw momento resistente flexional unitario alrededor del eje vertical, que involucra a la armadura dispuesta en forma horizontal y Mc momento resistente flexional por unidad de longitud alrededor del eje paralelo al eje del puente que involucra a la armadura dispuesta en forma vertical. (Cernuschi, 2005)

Para estos tipos de barandas se analizará varias posibilidades de rotura las mismas que son: en la sección central y en la sección externa como se muestran en las figuras 117 y 119.

SECCIÓN CENTRAL

Mecanismo de rotura inferior

- **Armadura Horizontal debido al momento por unidad de longitud respecto a eje vertical – Mw.**

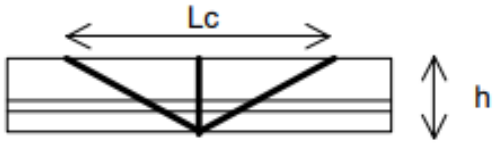


Figura 129: Mecanismo de rotura inferior zona central.
Fuente: (Cernuschi, 2005)

La cantidad de barras en es de 5 por cada cara y por ende el área de acero es de 3.93 cm^2 en cada cara.

Tabla 42

Número de Barras por cada en la baranda – mecanismo de rotura inferior zona central.

cantidad=	**5**	**barras c/cara**
Ash=	3,93 cm2	c/cara
a=	0,0101 m	altura bloque de H comprimido

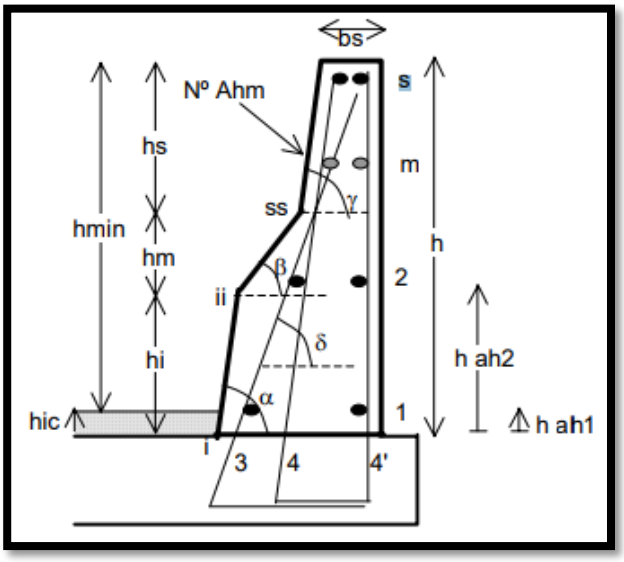


Figura 130: Sección tipo de baranda ubicación de acero.
Fuente: (Cernuschi, 2005)

Con las ecuaciones 32, 33 y 34 se procede a calcular el Momento nominal tanto en el interior como en el exterior de la baranda, en la figura 123 se muestra la ubicación de cada elemento analizado.

Tabla 43
Momento nominal cara interna – mecanismo de rotura inferior zona central.

Posición	d(m)	z(m)	As(cm2)	Mn(KN-m)
ah1i	0,295	0,290	0,785	9,559
ah2i	0,221	0,216	0,785	7,113
ahmi	0,160	0,155	1,571	10,205
ahsi	0,130	0,125	0,785	4,118
		Mn cara interna (KN-m)		**30,995**

Tabla 44
Momento Nominal Cara externa – mecanismo de rotura inferior zona central.

Posición	d(m)	z(m)	As(cm2)	Mn(KN-m)
ah1e	0,313	0,308	0,785	10,144
ah2e	0,264	0,259	0,785	8,550
ahme	0,160	0,155	1,571	10,205
ahse	0,130	0,125	0,785	4,118
		Mn cara externa (KN-m)		**33,017**

Cálculo de Mw en una sección central (armadura horizontal)

Una vez calculados los momentos nominales y sumados estos momentos para cada posición se obtiene el momento resistente correspondiente a la cara. Debido a que este momento total de la sección de ancho h y es necesario trabajar con momentos unitarios, se calcula: (Cernuschi, 2005)

$$M_w = \frac{M_n}{h} \qquad (35)$$

En donde h es la altura de la baranda que en este caso es de 0.85m.

Una vez calculados los M_w de la cara interna y de la cara externa y debido a que existen 3 líneas de rotura, se pondera el momento de la siguiente forma (Cernuschi, 2005):

$$M_w = \frac{2 * M_{wint} + M_{wext}}{3} \quad (36)$$

Tabla 45
Momento resistente armadura horizontal – mecanismo de rotura inferior zona central.

M_{wint}=	36,464 KN-m
M_{wext}=	38,844 KN-m
M_w=	**37,258 KN-m**

Cálculo de Mc en una sección central (armadura vertical)

Las líneas de rotura que involucran a la armadura vertical son las dos que aparecen inclinadas, de manera que el acero que se tracciona es aquel que se encuentra en la cara interior. Esta armadura vertical se encuentra ubicada en dos zonas: una superior con menor altura útil y una inferior más ancha. Por lo tanto, se debe calcular el momento M_c para cada sector, es decir, superior e inferior. (Cernuschi, 2005)

Al igual que para momento M_w se debe calcular la altura del bloque de hormigón comprimido para la armadura de la cara traccionada para un ancho de hormigón b=1m, posteriormente se calculará z para un promedio de alturas útiles d en cada sector utilizado y finalmente se obtiene M_c de cada sector y para tener M_c en toda la altura de la baranda se ponderará aplicando la siguiente fórmula (Cernuschi, 2005):

$$M_c = \frac{h_s * M_{csup} + (h_i + h_m) * M_{cinf}}{h} \quad (37)$$

- **Armadura Vertical - Momento por unidad de longitud respecto a eje horizontal – M_c**

  - **Zona Superior:** despreciado el aporte de av3 (figura 123) en esta zona.

Tabla 46

Número de barras de acero en la zona superior - mecanismo de rotura inferior zona central .

b=	**1m**	
#barras	4	4ϕ16mm
Asv=	8,042 cm^2	por cada cara
a=	0,0166 m	

Tabla 47

Momento resistente Mc superior - mecanismo de rotura inferior zona central.

posición	**dss (m)**	**d s(m)**	**z prom (m)**	**As (cm2/m)**	**Mn (kN/m)**
av4	0,1995	0,137	0,1600	8,042	54,0418964
				Mc superior=	54,0418964

  - **Zona Inferior:** Tomando en cuenta acero de la posición 3 y 4

Tabla 48

Número de barras de acero en la zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona central.

b=	**1m**	
#barras	8	4ϕ12mm y 4ϕ16mm
Asv=	12,566 cm^2	por cada cara
a=	0,0259 m	

Tabla 49
Momento resistente Mc inferior - mecanismo de rotura inferior zona central.

posición	d i (m)	d ss(m)	z prom (m)	As (cm2/m)	Mn (kN/m)
av3	0,3276	0,1995	0,2506	4,524	47,619
av4	0,22634	0,1995	0,2000	8,042	67,557
				Mc inferior=	115,176

De donde M_c ponderada aplicando la ecuación 37 resulta:

$$M_c = 72.382\ KN - m$$

Resistencia flexional para regiones centrales

La resistencia nominal de la baranda frente a la carga transversal, R_w, se puede determinar utilizando un enfoque de fluencia de la siguiente manera: (Rodriguez, 2010)

- Para los impactos dentro de un segmento de muro:

$$R_w = \left(\frac{2}{2 * L_c - L_t}\right)\left(8 * M_b + 8 * M_w + \frac{M_c * L_c^2}{H}\right) \quad (38)$$

La longitud crítica de muro en la cual se produce el mecanismo de la línea de fluencia, se deberá calcular con la siguiente fórmula (Rodriguez, 2010):

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8 * H * (M_b + M_w)}{M_c}} \quad (39)$$

Aplicando las ecuaciones 38 y 39 a este proyecto se tiene los siguientes resultados:

Tabla 50
Resistencia flexional y longitud crítica-mecanismo de rotura inferior zona central.

Lc	2,500 m
Rw	425,786 KN

Este cálculo debe cumplir:

$$R_w > F_t \quad (40)$$

$$425.786\ KN > 240\ KN\ \therefore \boldsymbol{Cumple}$$

Verificación al cortante en el interfaz baranda tablero

Se utiliza el método de corte por fricción para evaluar la capacidad al corte en la interfaz baranda-tablero. Para la fuerza de corte resultante se asume que la fuerza transversal Ft y la fuerza longitudinal Fl actúan simultáneamente en una longitud Lc. (Cernuschi, 2005)

$$V_d = \sqrt{F_t^2 + F_l^2} \quad (41)$$

La ecuación básica para el cálculo de la resistencia al corte utilizando corte por fricción es (Cernuschi, 2005):

$$V_n = c * A_{cv} + \mu * \left(A_{vfr} * fy + P_c\right) \quad (42)$$

Donde:

Vn=resistencia nominal al corte en la interfaz (KN)

C=cohesión en la interfaz (KN/m2)

μ=coeficiente de fricción de la interfaz

Acv=Área de hormigón de la interfaz (m2)

Avfr=Área de armadura de corte por fricción (m2)

Pc=Fuerza de compresión (KN)

En este caso se puede despreciar la cohesión y la pequeña compresión en la interfaz debido al peso propio. Por seguridad se puede asumir la interfaz entre la baranda y el tablero es no intencionalmente rugosa con lo que el factor de fricción toma el valor de 0.6, Siendo ϕ=1 para eventos extremos (Cernuschi, 2005):

$$V_R = \emptyset * V_n = 0.6 * A_{vfr} * fy \quad (43)$$

Para la verificación debe cumplir que:

$$V_R \geq V_d \quad (44)$$

Para la baranda establecida se tiene que:

Tabla 51
Fuerza cortante resultante y resistencia al corte.

V_d=	**252,982 KN**
As4´=	14,137 cm^2
V_R=	356,257 KN

$$356.257 \geq 252.982 \ \therefore Cumple$$

Mecanismo de rotura superior

- **Armadura Horizontal-Momento por unidad de longitud respecto a eje vertical-Mw**

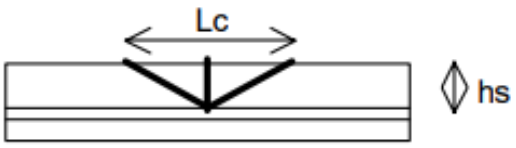


Figura 131: Mecanismo de rotura superior zona central.
Fuente: (Cernuschi, 2005)

Para el cálculo del momento Mw se sigue el mismo procedimiento anteriormente indicado, pero con la diferencia que como solo se utilizará el acero que se encuentra en la parte superior de la baranda por lo tanto tenemos:

Tabla 52

Número de barras de acero en mecanismo de rotura superior.

cantidad=	**3**	**barras c/cara**
Ash=	2,36 cm2	c/cara
a=	0,0082 m	altura bloque de H comprimido

Tabla 53

Momento Nominal cara interna - mecanismo de rotura superior zona central

Posición	**d(m)**	**z(m)**	**As(cm2)**	**Mn(KN-m)**
ahmi	0,160	0,156	1,571	10,269
ahsi	0,130	0,126	0,785	4,150
		Mn cara interna		**14,419**

Tabla 54

Momento nominal cara externa -mecanismo de rotura superior zona central.

Posición	**d(m)**	**z(m)**	**As(cm2)**	**Mn(KN-m)**
ahme	0,160	0,156	1,571	10,269
ahse	0,130	0,126	0,785	4,150
		Mn cara externa		**14,419**

Tabla 55

Momento Resistente de armadura horizontal-mecanismo de rotura superior zona central

M_{wint}=	24,234 KN-m
M_{wext}=	24,234 KN-m
M_w=	**24,234 KN-m**

- **Armadura Vertical - Momento por unidad de longitud respecto a eje horizontal – Mc**
  - **Zona Superior**

Tabla 56

Número de barras de acero en zona superior

b=	**1 m**	
#barras	4	Cada cara
Asv=	8,042 cm^2	cada cara
a=	0,0166 m	Altura bloque de hormigón comprimido

Tabla 57

Momento Resistente de armadura vertical-mecanismo de rotura superior zona central.

posición	dss (m)	d s(m)	z prom (m)	As (cm2/m)	Mn (kn/m)
av4	0,1995	0,137	0,1600	8,042	54,042
			Mc superior =		54,042

Y con las ecuaciones 38 y 39 se procede al cálculo de la resistencia flexionante:

Tabla 58

Resistencia flexionante y longitud crítica -mecanismo de rotura superior zona central.

Mc=	54,042 KN-m
Lc=	2,111 m
Rw=	383,490 KN

Por lo tanto:

$$383.49 \geq 240\ KN\ \ \therefore Cumple$$

SECCIÓN EXTREMA

Mecanismo de rotura inferior

- **Armadura Horizontal-Momento respecto a eje vertical-Mw**

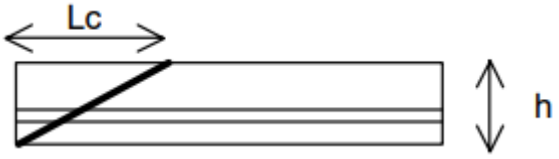


Figura 132: Mecanismo de rotura inferior zona externa.
Fuente: (Cernuschi, 2005)

Tabla 59

Número de barras de acero-mecanismo de rotura inferior zona externa.

cantidad=	**5**	**barras c/cara**
Ash=	3,93 cm2	c/cara
a=	0,0101 m	altura bloque de H comprimido

Cálculo de Mw en una sección central (armadura horizontal)

Para el cálculo de este momento en una sección externa se sigue el mismo procedimiento para el momento en una sección central, pero con a diferencia que, en este caso, de acuerdo a la línea de rotura solo trabajarán a tracción las armaduras interiores. Adicionalmente es posible que las armaduras en la zona inferior no alcancen a desarrollar la tensión de fluencia fy en el acero debido a que su longitud de anclaje no es suficiente. Para se debe aplicar un factor de anclaje con el cual al multiplicarlo por el área de cada barra se obtiene la armadura útil A_s útil de cada posición con lo cual se procederá a obtener el momento nominal y finalmente se obtendrá el momento Mw. (Cernuschi, 2005)

La normativa AASHTO menciona que si la armadura está anclada en una longitud considerable tiene una separación lateral entre centros de al menos 150mm, y tiene un recubrimiento medido en la dirección de la separación no menor que 75mm el factor modificador será 0.8. (Prieto & Tipán, 2010)

Tabla 60

Área de acero útil para mecanismo de rotura inferior zona externa.

Posición	Factor de anclaje	As (cm)	As util (cm2)
ah1i	0,80	0,785	0,628
ah2i	0,80	0,785	0,628
ahmi	0,80	1,571	1,257
ahsi	0,80	0,785	0,628
	As útil (cm2)		**3,142**
	a (m) =		**0,00761**

Tabla 61

Momento nominal Cara interior - mecanismo de rotura inferior zona externa.

Posición	d(m)	z(m)	As(cm2)	Mn(KN-m)
ah1i	0,295	0,291	0,785	9,600
ah2i	0,221	0,217	0,785	7,154
ahmi	0,160	0,156	1,571	10,287
ahsi	0,130	0,126	0,785	4,159
		Mn cara interior		**31,201**

Por lo tanto:

$$M_w = 36.707\ KN - m$$

- **Armadura Vertical - Momento respecto al eje horizontal – M_c**

El cálculo del momento resistente Mc para la armadura vertical en esta sección extrema es el mismo al utilizado en la sección central, con la diferencia que generalmente a armadura involucrada por metro de ancho es mayor debido a que se refuerza esta zona más débil con una menor separación de armadura vertical. (Cernuschi, 2005)

  - **Zona superior**

Tabla 62

Número de barras de acero zona superior - mecanismo de rotura inferior zona externa

b	1m	
#barras	6,667	Por cada cara
Asv=	13,404 cm^2	por cada cara
a=	0,028 m	

Tabla 63
Momento Resistente zona superior - mecanismo de rotura inferior zona externa.

posición	dss (m)	d s(m)	z prom (m)	As (cm2/m)	Mn (kn/m)
av4	0,1995	0,137	0,1545	13,404	86,963
				Mc superior =	86,963

- **Zona inferior**

Tabla 64
Número de barras de acero zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona externa

b	1	
#barras	6,667	
Asv=	20,944	por cada cara
a=	0,043	

Tabla 65
Momento resistente zona inferior - mecanismo de rotura inferior zona externa.

posición	d i (m)	d ss(m)	z prom (m)	As (cm2/m)	Mn (kn/m)
av3	0,3276	0,1995	0,2420	7,540	76,6334083
av4	0,22634	0,1995	0,1914	13,404	107,740645
				Mc inferior =	184,374054

De donde se obtiene:

$$Mc = 116.186\ KN - m$$

Para secciones externas la resistencia flexional (ecuación 45) y la longitud crítica (ecuación 46) se calcula con las siguientes fórmulas:

$$R_w = \left(\frac{2}{2 * L_c - L_t}\right)\left(M_b + M_w + \frac{M_c * L_c^2}{H}\right) \quad (45)$$

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + H * \left(\frac{M_b + M_w}{M_c}\right)} \quad (46)$$

Aplicando las formulas se tiene:

Tabla 66
Resistencia flexionante y longitud crítica - mecanismo de rotura inferior zona externa

L_{ce} =	1,306 m
R_{we} =	356,943 KN

Se realiza la verificación:

$$356.943 \geq 240.00\ KN \ \therefore Cumple$$

Mecanismo de rotura superior

- **Armadura Horizontal-Momento respecto a eje vertical-Mw**

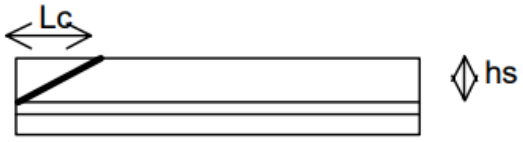


Figura 133: Mecanismo de rotura superior zona externa
Fuente: (Cernuschi, 2005)

Se utiliza el mismo procedimiento para calcular los momentos:

Tabla 67

Número de barras de acero mecanismo de rotura superior zona externa.

cantidad=	5	barars c/cara
Ash=	3,93 cm2	c/cara
a=	0,0101 m	altura bloque de H comprimido

Tabla 68

Área de acero útil - mecanismo de rotura superior zona externa

Posición	**Factor de anclaje**	**As (cm)**	**As util (cm2)**
ahmi	0,80	1,571	1,257
ahsi	0,80	0,785	0,628
	As util (cm2)		1,885
	a=		0,005

Tabla 69

Momento Nominal interior - mecanismo de rotura superior zona externa

Posición	**d(m)**	**z(m)**	**As(cm2)**	**Mn(KN-m)**
ahmi	0,160	0,157	1,571	10,388
ahsi	0,130	0,128	0,785	4,209
			Mn cara interior =	14,597

Por lo tanto:

$$M_w = 17.173\ KN - m$$

- **Armadura Vertical - Momento respecto al eje horizontal – M_c**

    - **Zona Superior**

Tabla 70

Número de barras de acero zona superior - mecanismo de rotura superior zona externa

b	**1m**	
#barras	6,667	
Asv=	13,404	por cada cara
a=	0,028	

Tabla 71

Momento resistente zona superior - mecanismo de rotura superior zona externa

posición	**dss (m)**	**d s(m)**	**z prom (m)**	**As (cm2/m)**	**Mn (kn/m)**
av4	0,1995	0,137	0,1545	13,404	86,963
				Mc sup=	86,963

Tabla 72

Resistencia flexionante y longitud crítica - mecanismo de rotura superior zona externa.

Mc=	86,963 KN-m
Lce=	1,198 m
Rwe=	350,210 KN

4.3.3.4 Diseño del tablero

Para el diseño del tablero se recomienda usar dos tipos de cargas: la carga por peso propio de los elementos y a la vez una adicional denominada carga viva de 450 kg/m2. (Rodriguez, 2010)

En la figura 128 se indica los elementos a considerar para el diseño del tablero.

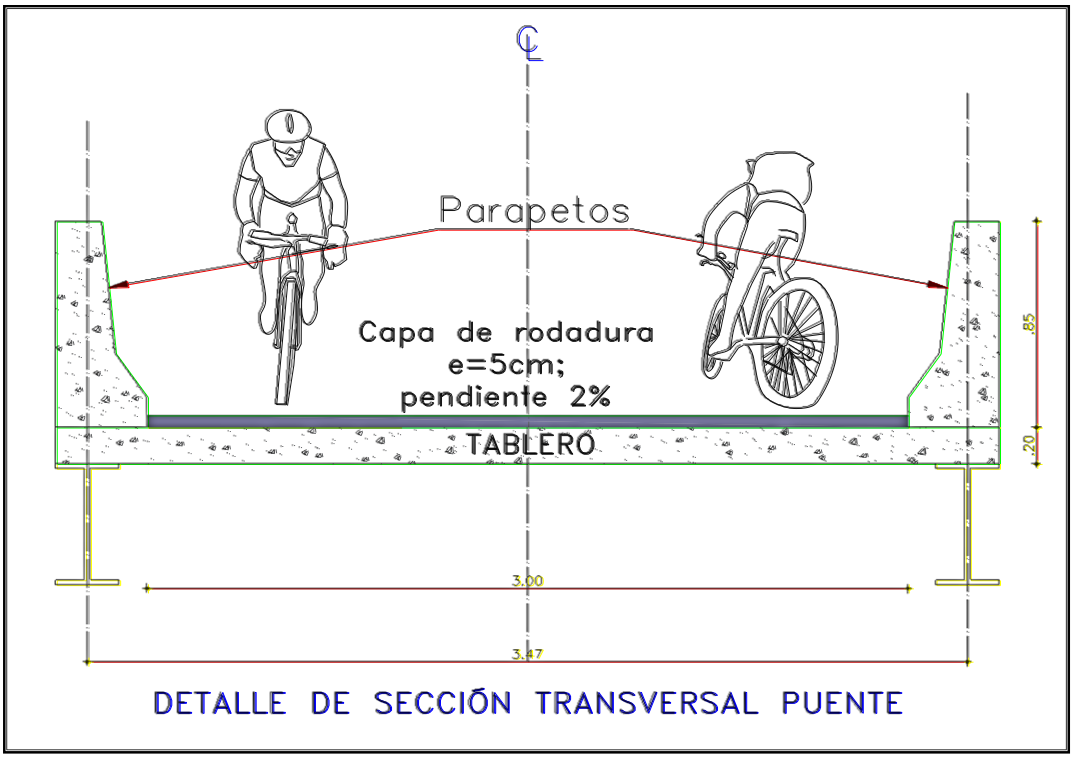


Figura 134: Sección transversal puente.

Análisis de cargas:

$$Peso\ propio\ de\ parapeto = 0.207\ m^2 * 2 * 2400\ \frac{kg}{m^3} = \mathbf{994.14\ \frac{kg}{m}}$$

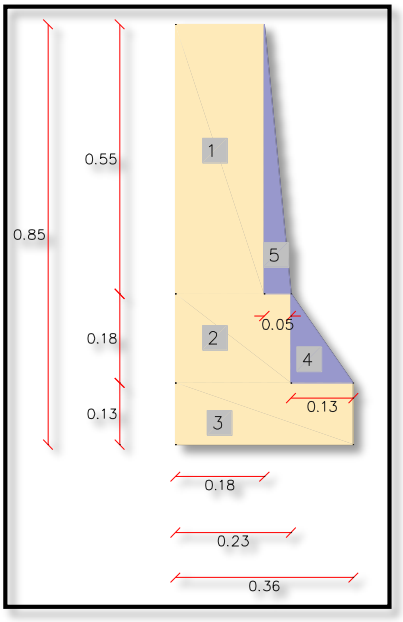


Figura 135: Dimensiones de baranda de hormigón armado.

Tabla 73
Área de la baranda

N°	Base (m)	Altura (m)	Área (m^2)
1	0,180	0,545	0,098
2	0,225	0,180	0,041
3	0,360	0,125	0,045
4	0,125	0,180	0,011
5	0,045	0,545	0,012
		Área Total	**0,207**

$$Peso\ propio\ losa = 3.47\ m * 0.20\ m * 2400\frac{kg}{m^3} = \mathbf{1665.60}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ capa\ de\ rodadura = 3.47\ m * 0.05\ m * 2200\frac{kg}{m^3} = \mathbf{381.70}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CM} = \mathbf{3041.44}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}} \approx \mathbf{3.041}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CV} = \mathbf{450}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m^2}} * \mathbf{3.36}\ \boldsymbol{m} = \mathbf{1562}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}} \approx \mathbf{1.562}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

Una vez realizado el análisis de cargas se procede a encontrar los diagramas de cortante y momento mediante un software para análisis de pórticos, vigas, etc.

Diagramas de cortante y momento debido a carga muerta:

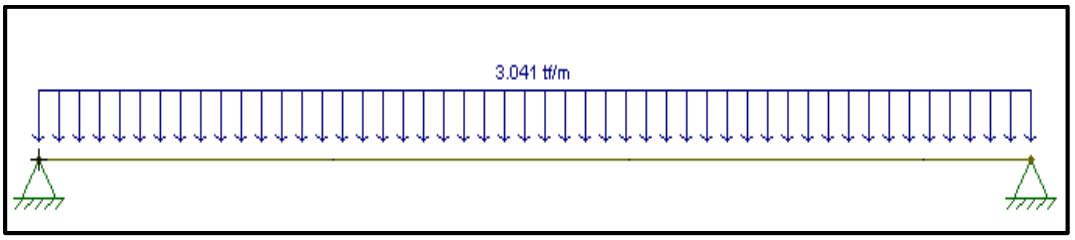


Figura 136: Carga muerta distribuida en software ftool.

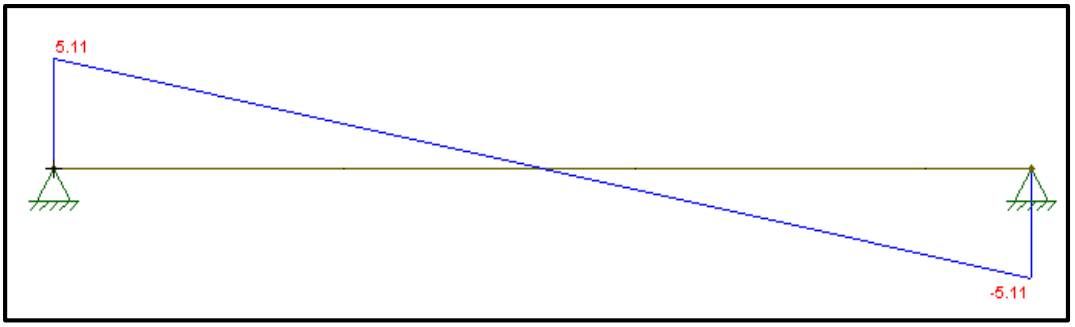


Figura 137: Diagrama de cortante debido a carga muerta.

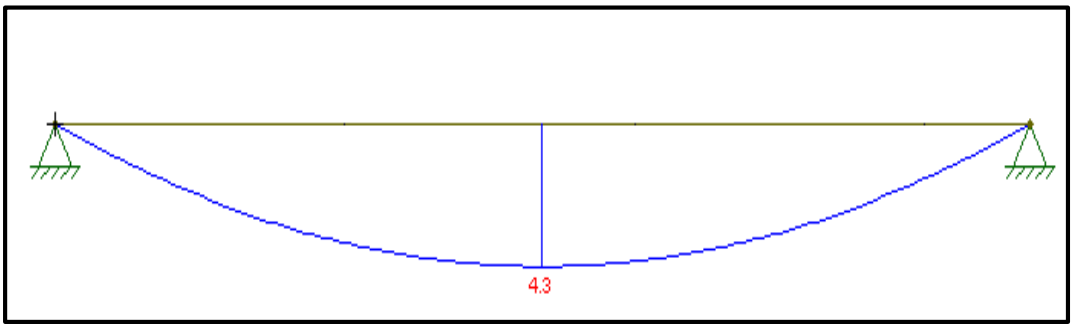


Figura 138: Diagrama de momentos debido a carga muerta.

Diagramas de cortante y momento debido a carga viva:

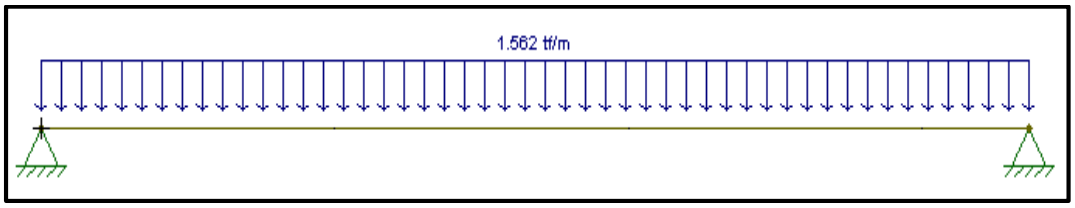


Figura 139: Carga viva distribuida en programa ftool.

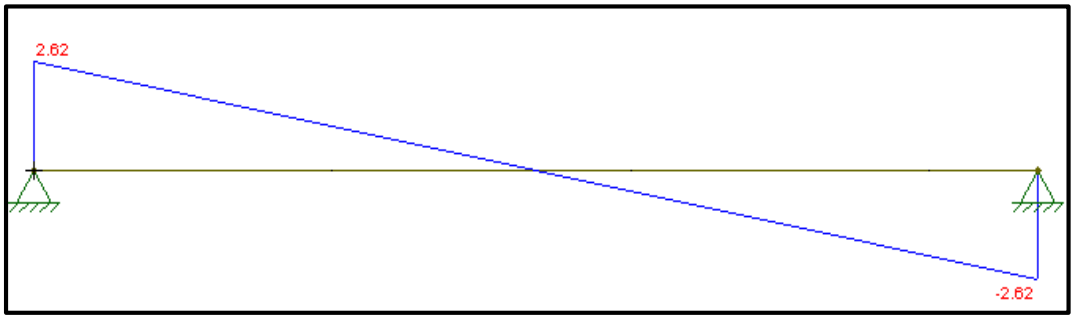


Figura 140: Diagrama de cortantes debido a carga viva.

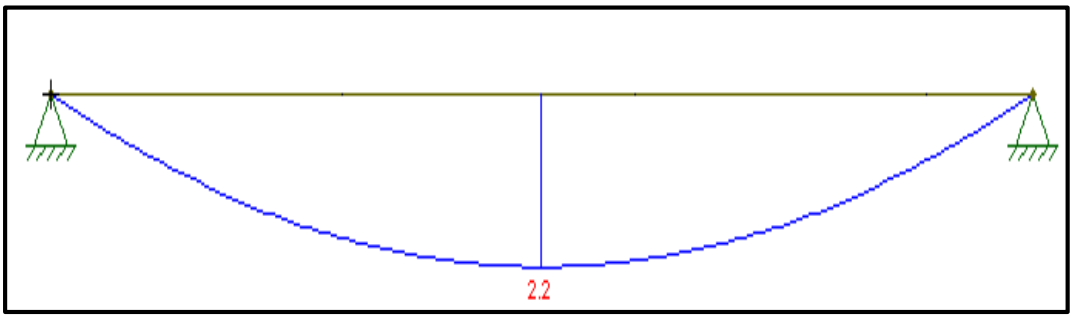


Figura 141: Diagrama de momento debido a carga viva.

Como se indican en las figuras 132 y 135 no se tiene momentos negativos por lo que los momentos máximos positivos son:

- Momento máximo por carga muerta $Mcm = \ 4.30\ T - m$
- Momento máximo por carga viva $Mcv = \ 2.20\ T - m$

Finalmente, con todos los momentos calculados por carga viva y carga muerta se mayora para el encontrar los Momentos Últimos multiplicando por el factor 1.3 según (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005).

Con la siguiente ecuación:

$$\mathrm{Mu} = 1{,}3[\mathrm{Mcp} + \mathrm{FM} * \mathrm{FI} * \mathrm{FR} * \mathrm{Mcv}] \qquad (47)$$

En donde:

- **Factor de Impacto [FI]:** (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

$$FI = \frac{50}{125 + \ 3.28\ L} + 1 \leq 1.30 \qquad (48)$$

- **Factor de Acuerdo al número de vías [FR]:**

Tabla 74
Factor de reducción

NÚMERO DE VÍAS	FR
≤ 3	0.90
≥ 4	0.75

Fuente: (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005)

- **Factor de Mayoración [FM]:**

Consideraciones: El FM depende del caso de análisis

- CASO ACCIDENTAL FM = 1.00;
- CASO NORMAL FM = 1.67

En la siguiente tabla se resumen los cálculos:

Tabla 75
Cálculo de momento último

COMBINACION MOMENTOS ULTIMOS		
FACTORES POR CARGA VIVA		
F.I: Factor impacto	1,30	adm
F.R: Factor de reducción	# Vías	**F.R:**
	2 Vías	0,90
FM: Factor Mayora	1,67	adm
Mu+ (T-m)		11.178
Mu- (T-m)		0,000

Una vez calculados los momentos últimos, se calcula la cuantía con la ecuación 49 y el área de acero necesaria con un B=1m y un d=17cm tanto superior como inferior, en la tabla 76, 77 y 78 se indica los resultados:

$$\rho = 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{0.85 * \emptyset * f'c * b * d^2}}\right) \qquad (49)$$

Tabla 76

Acero de refuerzo principal de tablero.

CALCULO DE LA ARMADURA DE REFUERZO POSITIVA Y NEGATIVA PARA LE TABLERO										
M (t-m)	**B (cm)**	**d (cm)**	**ρ**	**As (cm2)**	**Φ (mm)**	**As Φ**	**#**	**S cal**	**s adop**	**Detalle Armadura**
11,178	100	17	0,012	19,76	18	2,54	7,8	12,9	10	1φ18mm@10cm
0,000	100	17	0,002	3,06	12	1,13	2,7	36,9	30	1φ12mm@30cm

Tabla 77

Acero de distribución en el tablero.

ARMADURA DE DISTRIBUCION						
AS	**Φ (mm)**	**Area**	**#varillas**	**s(separacion)**	**s adopt**	**Detalle Armadura**
2,05	10,00	0,7854	2,61	38,31	30	1φ12mm@30cm

Tabla 78
Acero de temperatura para tablero.

Armadura de temperatura						
AS(cm2)	**Φ (mm)**	**Area**	#varillas	s(separacion)	**s adopt**	Detalle Armadura
As (Aashto)= 2.65	10,00	0,7854	3,4	29,64	25	1φ10mm@25cm

En el ANEXO 6 se presenta los planos a detalle del puente.

4.3.3.5 Diseño de vigas

En el presente proyecto se diseñará el puente con vigas metálicas para lo cual se considera dos casos especiales de análisis:

- El primer caso es cuando la viga está sometida a cargas de montaje tanto del tablero como del parapeto.
- El segundo caso cuando la viga está sometida a cargas de funcionamiento.

Los datos utilizados se presentan en la tabla 79.

Tabla 79
Datos para el diseño de vigas.

DATOS		
L=	11	m
Fy=	4200	kg/cm2
f´c=	240	kg/cm2
P específico Hormigón	2400	kg/m3
P específico Hormigón fresco	2500	kg/m3
P específico acero A36	7860	kg/m3
espesor de losa	0,2	m
e capa rodadura	0,05	m
carga viva	450	Kg/m2

En la Figura 136 se indica la sección de viga que será analizada en los dos casos mencionados anteriormente y en la tabla 80 y 81 se muestra la geometría específica de la sección.

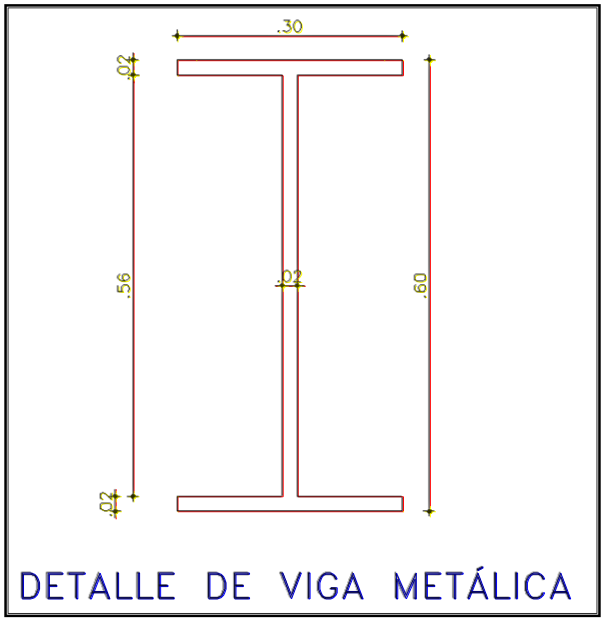


Figura 142: Viga metálica para puente

Tabla 80

Cálculo por figuras del área e inercia de la viga metálica.

N°	B(m)	H(m)	A(m2)	X(m)	Y(m)	AX	Ay	I(m3)	D(m)	Ad2
1	0,3	0,02	0,006	0,15	0,01	0,0009	0,0001	2,00E-07	0,29	0,0005
2	0,02	0,56	0,0112	0,15	0,3	0,0017	0,0034	2,93E-04	0	0,0000
3	0,3	0,02	0,006	0,15	0,59	0,0009	0,0035	2,00E-07	-0,29	0,0005
		TOTAL	0,0232	0,45	0,9	0,0035	0,0070	2,93E-04	0	0,0010

Tabla 81

Centro de gravedad e inercia de la viga.

X(m)=	0,15
Y(m)=	0,30
I(m3)=	0,00130

Análisis de carga para el primer caso:

$$Peso\ propio\ de\ encofrado = 1.86\,m * 1m * 30\frac{kg}{m^3} = \mathbf{55.8}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ viga = 0.0232\,m^2 * 2500\frac{kg}{m^3} = \mathbf{182.352}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CM} = \mathbf{238.152}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}} \approx \mathbf{0.238}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ parapeto = 0.207m^2 * 2 * 2500\frac{kg}{m^3} = \mathbf{1035.56}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ de\ losa = 0.20\,m * 1.86 * 2500\frac{kg}{m^3} = \mathbf{930.00}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ capa\ de\ rodadura = 1.86\,m * 0.05\,m * 2200\frac{kg}{m^3} = \mathbf{204.60}\ \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Sobrecarga\ de\ trabajadores = 1.86\,m * 200\frac{kg}{m^2} = \mathbf{372}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$CV = 2542.163 \frac{kg}{m} \approx 2.542 \frac{T}{m}$$

Diagrama de cortantes y momentos debido a carga muerta primer caso.

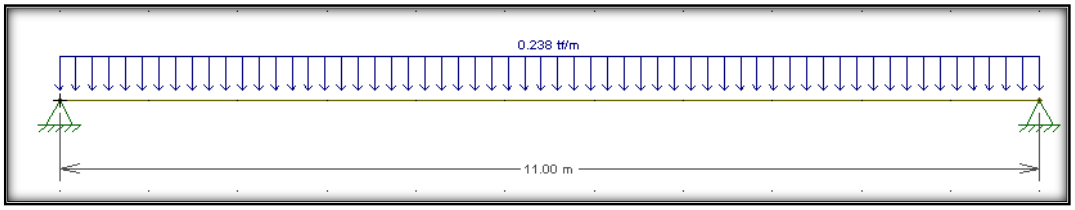


Figura 143: Carga muerta distribuida cuando la viga está sometida a cargas de montaje

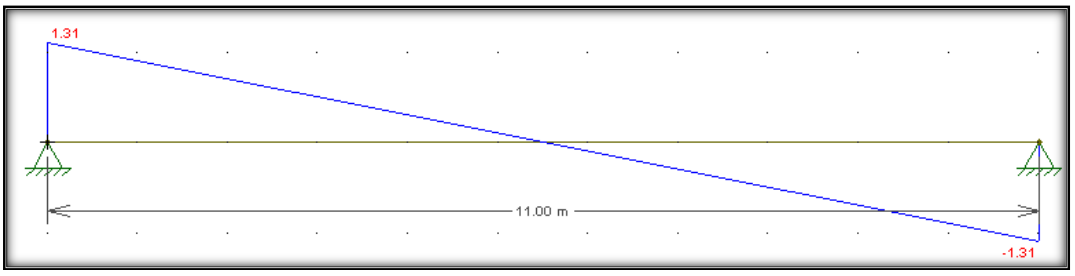


Figura 144: Diagrama de cortante debido a carga muerta en la viga caso 1.

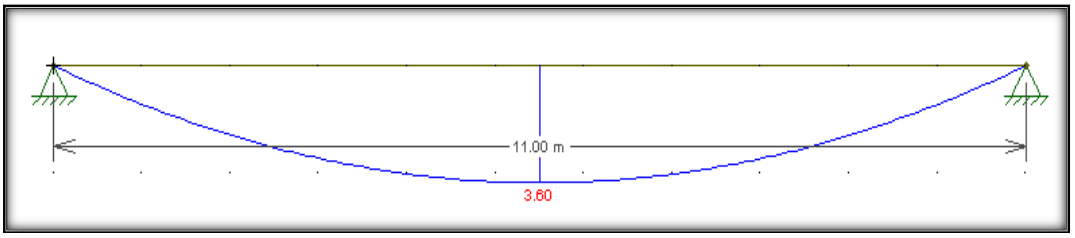


Figura 145: Diagrama de Momento debido a carga muerta en la viga caso 1.

Diagrama de cortantes y momentos debido a carga viva primer caso

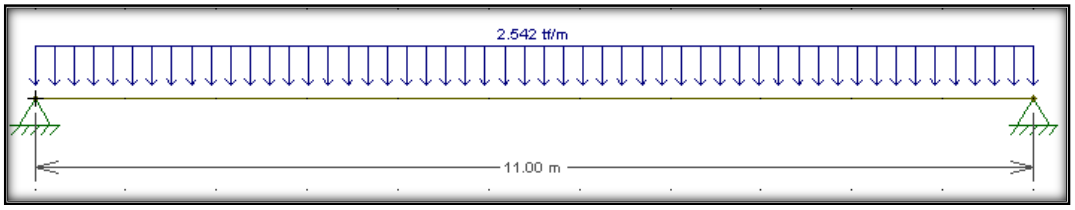


Figura 146: Carga viva distribuida en la viga caso1.

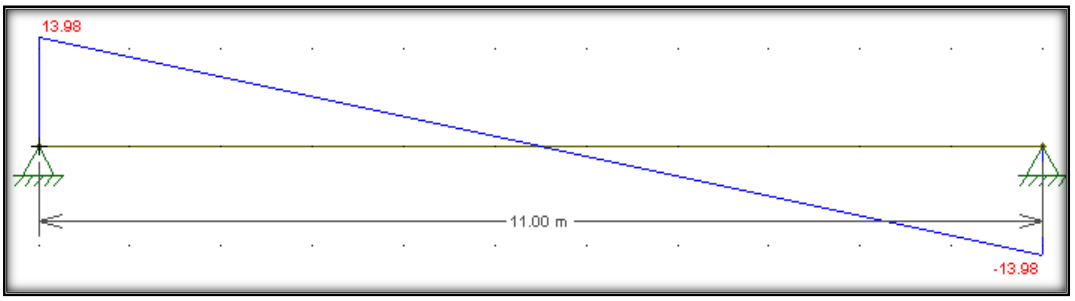


Figura 147: Diagrama de cortante debido a carga muerta en la viga caso 1.

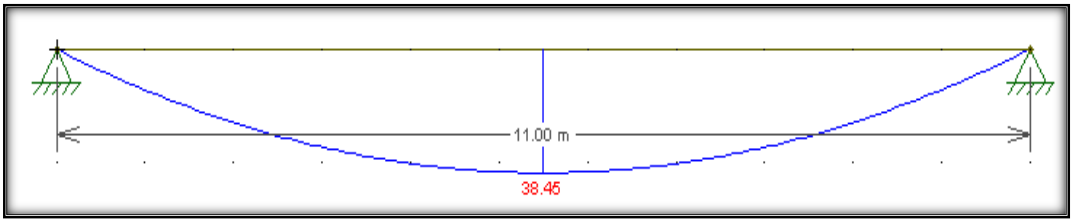


Figura 148: Diagrama de momentos debido a carga viva en la viga caso 1.

Una vez obtenidos los momentos debidos a carga viva y carga muerta se realiza el cálculo de los esfuerzos a los que están sometidos y se comprueba con el esfuerzo máximo (AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 2005).

$$M = 3.60 + 38.45 = 42.05\ T - m$$

$$\sigma = \frac{M * c}{I} \qquad (50)$$

$$\sigma = \frac{42.05 * 10^5 * 30}{0.00074 * 10^8} = 968.676 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma max = 0.6 * (2530) = 1518 \frac{kg}{cm^2}$$

Condición:

$$\sigma < \sigma max \qquad (51)$$

$$968.676 < 1518 \frac{kg}{cm^2} \ \therefore \ CUMPLE$$

Análisis de carga para el segundo caso:

$$Peso\ propio\ viga = 0.0232\ m^2 * 7860 = \ \mathbf{182.352} \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ parapeto = 0.207 m^2 * 2 * 2400 \frac{kg}{m^3} = \ \mathbf{994.14} \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ de\ losa = 0.20\ m * 1.86 * 2400 \frac{kg}{m^3} = \mathbf{892.80} \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ capa\ de\ rodadura = 1.86\ m * 0.05\ m * 2200 \frac{kg}{m^3} = \ \mathbf{204.60} \ \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CM} = \ \mathbf{2273.892} \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}} \approx \mathbf{2.274} \frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CV} = \mathbf{450} * \mathbf{1.86} = \ \mathbf{837.00} \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}} \approx \mathbf{0.837} \frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

Diagrama de cortantes y momentos debido a carga muerta segundo caso

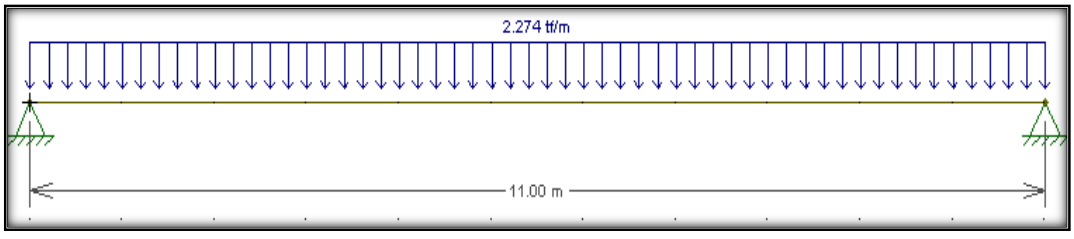


Figura 149: Carga muerta distribuida en la viga para el caso 2.

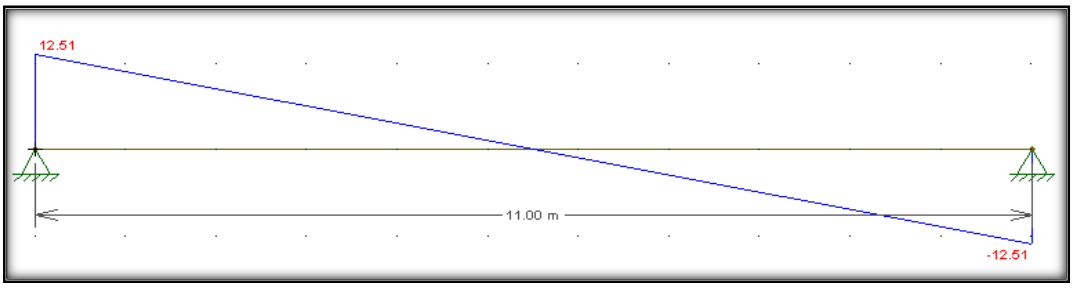


Figura 150: Diagrama de cortante debido a carga muerta en viga caso 2.

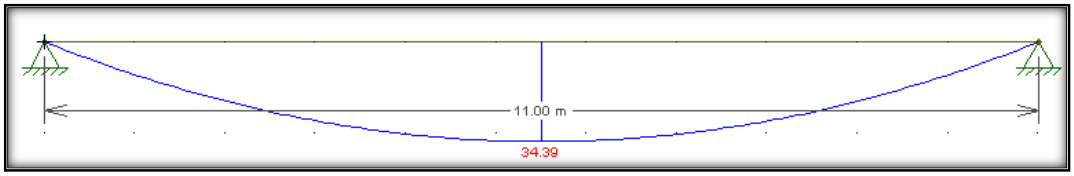


Figura 151: Diagrama de momento debido a carga muerta en viga caso 2.

Diagrama de cortantes y momentos debido a carga viva primer caso

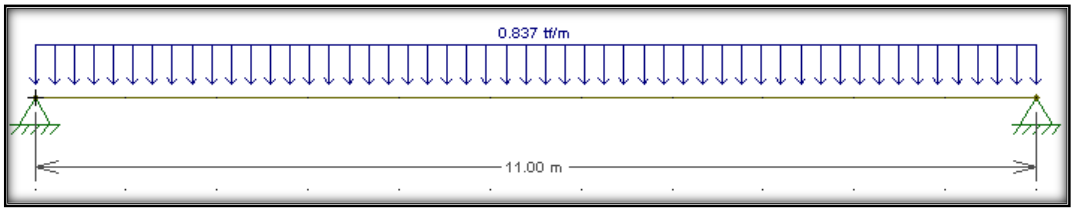


Figura 152: Carga viva distribuida en viga caso 2.

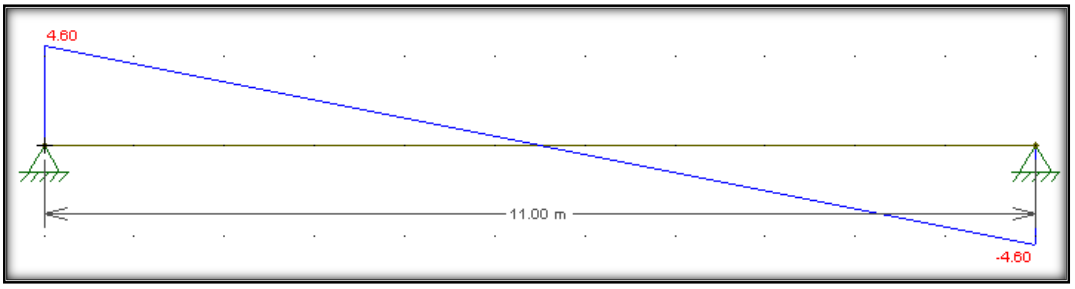


Figura 153: Diagrama de cortante debido a la carga viva en viga caso 2.

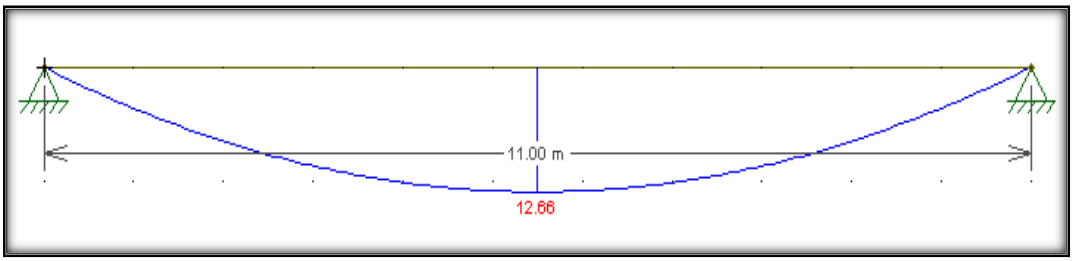


Figura 154: Diagrama de momento debido a la carga viva en viga caso 2.

Una vez obtenidos los momentos debidos a carga viva y carga muerta se realiza el cálculo de los esfuerzos con la ecuación 50 a los que están sometidos y se comprueba con el esfuerzo máximo.

$$M = 34.39 + 12.66 = 47.05\ T - m$$

$$\sigma = \frac{47.05 * 10^5 * 30}{0.00130 * 10^8} = 1083.857\,\frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma max = 0.6 * (2530) = 1518\,\frac{kg}{cm^2}$$

Condición:

$$1407.47 < 1518\,\frac{kg}{cm^2}\ \therefore\ CUMPLE$$

Al cumplir con las condiciones, queda establecida la sección de la viga y se procede a realizar el diseño del estribo.

4.3.3.6 Diseño Estribos

Para el diseño del estribo del proyecto se considera los siguientes datos:

Tabla 82
Datos para el diseño de estribo.

DATOS		
Ancho	3,72	m
luz	11	m
q adm suelo	1,5	kg/cm2
f'c	240	kg/cm2
Fy	4200	kg/cm2
H estribo	6	m

Tabla 83
Datos del suelo

DATOS SUELO		
P específico	2,64	t/m3
cohesión	22	grados
s/c	1	t/m2
P especifico H.A.	2,4	t/m2

Fuente: (Gainor & Guano, 2012)

La altura H del puente al igual que el ancho y longitud, se obtienen de la topografía del terreno.

Una vez definidos los datos se procede a realizar un prediseño como se muestra en la figura 149:

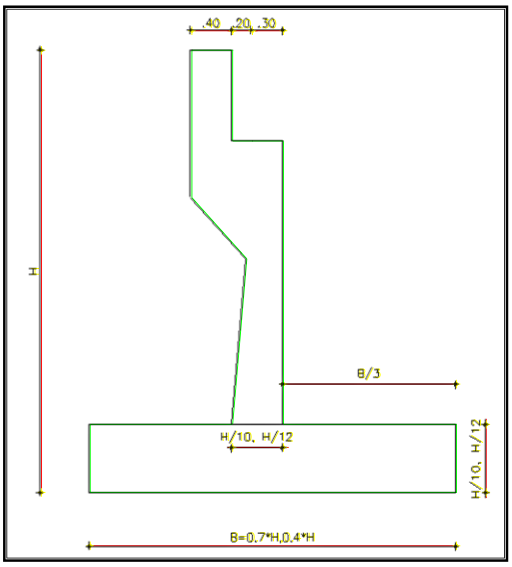


Figura 155: Predimensionamiento de estribo.

En la figura 150 se muestra la sección establecida para el puente del presente proyecto y en la tabla 84 se indica la geometría específica la sección

Tabla 84
Geometría específica del estribo.

Fig	B (m)	H (m)	A (m2)	X (m)	Y (m)	AX	AY
1	0,40	0,80	0,32	2,40	5,60	0,77	1,79
2	0,54	0,50	0,27	2,33	4,95	0,63	1,34
3	0,54	0,54	0,15	2,24	4,52	0,33	0,66
4	0,36	4,60	1,66	1,88	2,90	3,11	4,80
5	0,14	3,56	0,25	2,11	1,79	0,52	0,45
6	5,00	0,60	3,00	2,50	0,30	7,50	0,90
7	0,14	3,56	0,25	2,15	2,97	0,54	0,74
8	0,54	0,54	0,15	2,42	4,34	0,35	0,63
9	0,40	3,56	1,42	2,40	2,38	3,42	3,39
10	2,40	5,40	12,96	3,80	3,30	49,25	42,77
		área total	20,42			66,42	57,47
		área total H	5,64			12,86	9,94
		Área suelo	14,78			53,56	47,53

Tabla 85
Centro de gravedad del estribo.

X(m)	2,280
Y(m)	1,761

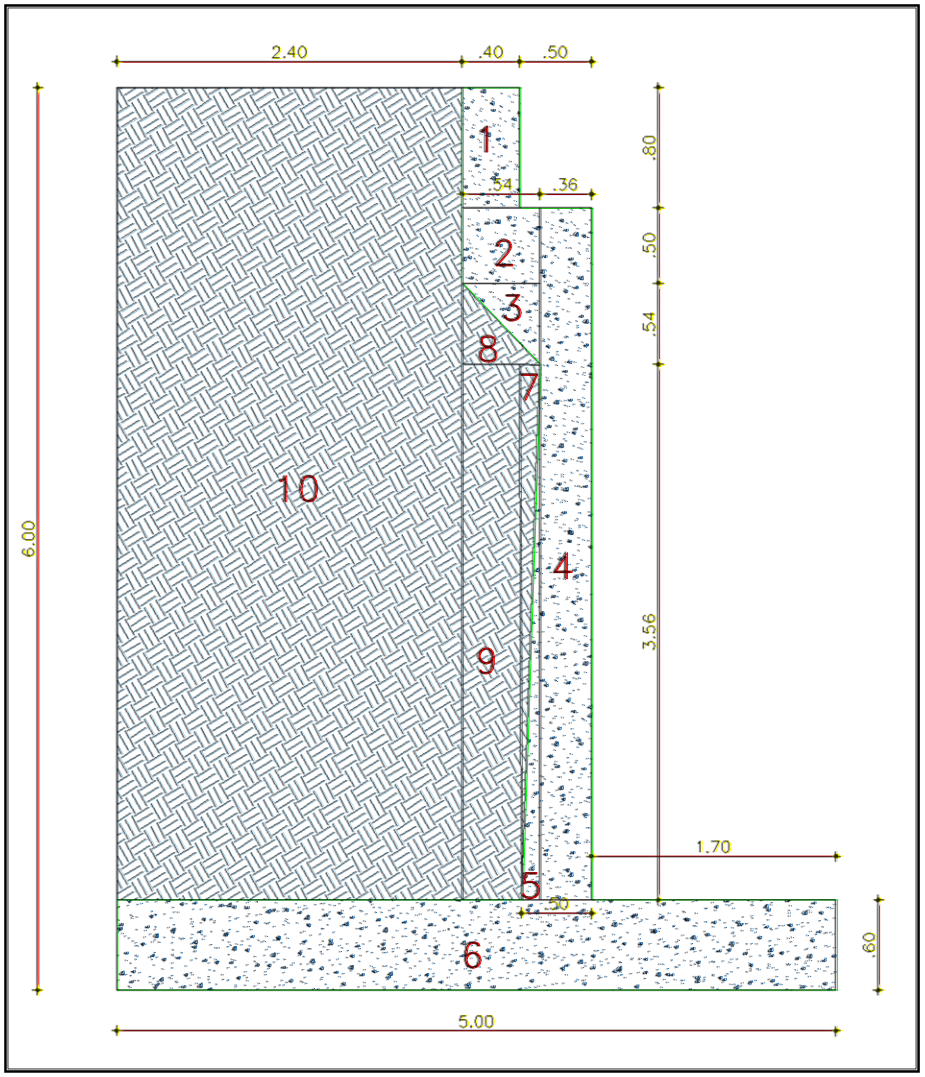


Figura 156: Sección tipo de estribo.

Para el respectivo análisis se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- **Cálculo de la reacción por peso propio:**

$$Peso\ propio\ viga = 2.00 * 0.0232\ m^2 * 7.860 = \ \mathbf{0.365}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ parapeto = 0.207 m^2 * 2 * 2.40\frac{T}{m^3} = \ \mathbf{0.994}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ de\ losa = 0.20\ m * 3.72 * 2.40\frac{T}{m^3} = \mathbf{1.786}\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$Peso\ propio\ capa\ de\ rodadura = 3.00\ m * 0.05\ m * 2.20\frac{T}{m^3} = \ \mathbf{0.330}\ \frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m}}$$

$$\boldsymbol{CM = 3.474}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$R_{CM} = \frac{CM * L}{2 * ancho\ total}$$

$$R_{CM} = \frac{3.474 * 11}{2 * 3.72} = 5.137\frac{T}{m}$$

$$Brazo\ de\ palanca = 1.70 + \frac{0.50}{2} = 1.95\ m$$

$$\boldsymbol{CV = 450 * 3.72 = \ 1.786}\frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{m}}$$

$$R_{CV} = \frac{CV * L}{2 * ancho\ total}$$

$$R_{CV} = \frac{1.786 * 11}{2 * 3.72} = 2.475\frac{T}{m}$$

$$Brazo\ de\ palanca = 1.70 + \frac{0.50}{2} = 1.95\ m$$

- **Cálculo del momento estabilizador:**

En la tabla 86 se muestra el cálculo del momento estabilizador.

Tabla 86
Cálculo del momento estabilizador del estribor.

figura	Área	Peso espe	peso (T)	Brazo	Momento
1	0,32	2,40	0,77	2,40	1,84
2	0,27	2,40	0,65	2,33	1,51
3	0,15	2,40	0,35	2,24	0,78
4	1,66	2,40	3,97	1,88	7,47
5	0,25	2,40	0,60	2,11	1,26
6	3,00	2,40	7,20	2,50	18,00
7	0,25	2,64	0,66	2,15	1,42
8	0,15	2,64	0,38	2,42	0,93
9	1,42	2,64	3,76	2,40	9,02
10	12,96	2,64	34,21	3,80	130,01
11	2.40	1,00	2.40	3,70	8.88
		ΣFV (T)	55,65	**M_{est} (T-m)**	181.13

Adicional a este momento se considera el momento ocasionado por la reacción debido a carga muerta y carga viva. Por lo tanto, se tiene:

$$M_{CM} = 5.137 * 1.95 = 10.017\ T - m$$

$$M_{CV} = 2.475 * 1.95 = 4.826\ T - m$$

$$M_{est\ Total} = \mathbf{195.98\ T - m}$$

$$\sum F_V total = 54.955 + 5.137 + 2.475 = \mathbf{62.567\ T - m}$$

- **Cálculo del momento Volcador:**

$$\varphi = 22°$$

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (52)$$

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{22}{2}\right) = 0.455$$

$$H_{total} = H_{zapata} + H_{pantalla} \quad (53)$$

$$H_{total} = 0.6 + 5.40 = 6.00m$$

  - Empuje de relleno

$$E_1 = \frac{1}{2} * \rho_{suelo} * K_a * H_T^2 \quad (54)$$

$$E_1 = \frac{1}{2} * 2.64 * 0.455 * 6^2 = 21.620\frac{T}{m}$$

  - Empuje de la sobrecarga del terreno

$$E_2 = s/c * K_a * H \quad (55)$$

$$E_2 = 1 * 0.455 * 6.00 = 2.730\frac{T}{m}$$

  - Momento Volcador por efecto del empuje relleno

$$M_1 = E_1 * \frac{H}{3} \quad (56)$$

$$M_1 = 21.620 * \frac{6}{3} = 43.240\ T - m$$

  - Momento Volcador por efecto del empuje de la sobrecarga en el terreno

$$M_2 = 2.730 * \frac{6}{3} = 8.189\ T - m$$

De donde se tiene:

$$E_{Total} = 21.620 + 2.730 = 24.350 \frac{T}{m}$$

$$M_V total = 43.240 + 8.189 = 51.429 \frac{T}{m}$$

- **Cálculo de factores de seguridad**

$$FSD = \frac{U * \sum FV}{E_{Total}} \quad (57)$$

$$FSD = \frac{1 * 62.567}{24.350} = 1.542 > 1.50 \ \therefore ok$$

$$FSV = \frac{\sum M_{EST}}{\sum M_{VOLC}} \quad (58)$$

$$FSV = \frac{195.98}{51.429} = 3.811 > 2.00 \ \therefore ok$$

- **Cálculo de presiones sobre el terreno**

$$X = \frac{M_{EST} - M_{VOLC}}{\sum FV} \quad (59)$$

$$X = \frac{195.98 - 51.429}{24.350} = 2.360\, m$$

$$e = \frac{B}{2} - X \quad (60)$$

$$e = \frac{5}{2} - 2.360 = 0.140m$$

Como:

$$\frac{B}{6} = \frac{5}{6} = 0.833 > e = 0.140m \ \therefore \ la\ resultante\ cae\ en\ el\ tercio\ medio$$

Por lo tanto, los esfuerzos se obtienen con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{\sum FV}{B} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{B}\right) \quad (61)$$

$$\sigma max = \frac{62.567}{5.00} * \left(1 + \frac{6 * 0.14}{5.00}\right) = 14.613 \frac{T}{m^2} > 15 \frac{T}{m^2} \ \therefore \ \boldsymbol{OK}$$

$$\sigma min = \frac{62.567}{5.00} * \left(1 - \frac{6 * 0.14}{5.00}\right) = 10.414 \frac{T}{m^2} > 15 \frac{T}{m^2} \ \therefore \ \boldsymbol{OK}$$

- **Diseño de la pantalla**

El momento con el que se va a diseñar es el momento Volcador total multiplicado por un factor de Mayoración: $M_V total = 43.240 + 8.189 = 51.429 \frac{T}{m}$

$$M_U = 1.3 * 1.3 * 51.429 = 86.915 \frac{T}{m}$$

Tabla 87
Armadura Principal de Estribo.

ARMADURA PRINCIPAL										
M	**B (cm)**	**d (cm)**	**ρ**	**As (cm2)**	**Φ (mm)**	**área**	**#**	**S cal**	**s ado**	**Detalle Armadura**
86,915	100	44,2	0,0137	60,56	36	10,1788	5,95	16,81	15	2φ18mm@15cm
Garganta	100	44,2	0,0018	7,96	16	2,0106	3,96	25,27	25	1φ16mm@25cm
Parte superior	100	24,2	0,0018	4,36	12	1,1310	3,85	25,96	25	1φ12mm@25cm

Se procede a calcular el acero de distribución donde el ACI nos recomienda:

Una cuantía de 0.0020 cuando el diámetro es menor o igual a 16 mm, caso contrario se usará una cuantía de 0.0025.

Por lo tanto, se tiene:

Tabla 88
Acero de distribución del Estribo

ARMADURA DE DISTRIBUCION							
CUANTÍA	**AS**	**Φ (mm)**	**Área**	**#varillas**	**S cal**	**s adop**	**Detalle Armadura**
0,002	10,00	16,00	2,0106	4,97	20,11	20	1φ16mm@20cm
Acero anterior	6,667	14,00	1,5394	4,33	23,09	20	1φ14mm@20cm
Acero posterior	3,333	12,00	1,1310	2,95	33,93	30	1φ12mm@30cm

Es necesario mencionar que el acero anterior son los 2/3 del acero total y el posterior son los 1/3 del acero total.

Los planos de detalles del parapeto, tablero, vigas y estribo se presentan en el anexo 6donde se podrá observar la distribución del armado calculado anteriormente.

4.3.4 PUENTE AV. CHARLES DARWIN

En el año 2016 los habitantes de la parroquia Conocoto exigían al Municipio, que se atienda el puente sobre la quebrada Huasipungo ubicado en la Av. Charles Darwin (figura 151), en vista que este se encontraba muy deteriorado, debido a que tenía más de 30 años de construcción y ya se había trisado antes del terremoto del 16 de abril del mismo año. La medida que tomaron las autoridades para evitar su deterioro fue la de prohibir el tránsito de vehículos pesados mientras que el EPMMOP planificaba para la realización de estudios en dicho lugar. (El Telégrafo, 2016)

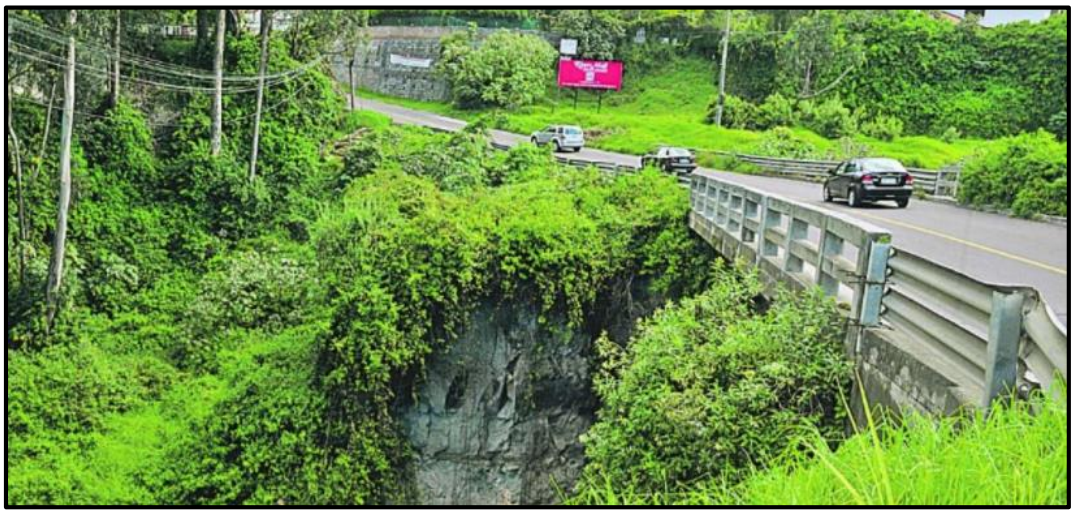


Figura 157 Puente de la Av. Charles Darwin.
Fuente: (El Telégrafo, 2016)

Después de los estudios realizados, la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) decidió realizar un puente tipo Bailey, que se implantaría sobre el puente existente, que daría una solución parcial al problema de socavación que se tenía en los extremos del puente. La construcción se empezó a realizar en marzo del 2017 (figura 152), para esto se tomó las respectivas medidas de seguridad cerrando la vía. (Agencia Pública de Noticias de Quito, 2017)

Figura 158: Trabajos en el puente tipo Bailey
Fuente: (Agencia Pública de Noticias de Quito, 2017)

En el mismo mes que se comenzaron los trabajos el puente antiguo colapsó debido la saturación de los taludes en donde se apoyaba las bases del puente lo que ocasionó la socavación en la estructura, se paralizó la obra y gracias a que se cerró la vía para los trabajos no existieron víctimas. (Agencia Pública de Noticias de Quito, 2017)

En el mes de septiembre del 2017 se inició la construcción del Proyecto: Colector Quebrada Huasipungo sector La Armenia. La inversión es de USD 850000 y consiste en la construcción de un colector de aguas lluvias y residuales de hormigón armado de 4.40m por 4.40m con una longitud de 70m en túnel, adicional un canal de captación y una descarga. Este proyecto tiene la función de conducir las aguas lluvias y las provenientes de las redes secundarias de alcantarillado, lo que mejorará las condiciones de vida de aproximadamente 20 mil habitantes de la Armenia. (Agencia Pública de Noticias de Quito, 2017)

Se realizó una visita a la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) en donde, dando respuesta a la petición sobre información de la sección transversal que se dejaría sobre este puente se mencionó que además del colector se está realizando un relleno compactado hasta llegar al mismo nivel de la vía, y que la sección tendría un ancho de 18 metros y también mencionaron que en el presupuesto no contemplaron una ciclovía, lo que les ocasionó interés sobre el proyecto, pero no se proporcionó información escrita del mismo debido a que no se definían completamente la sección transversal. En la figura 153 se muestra la sección transversal que se indicó.

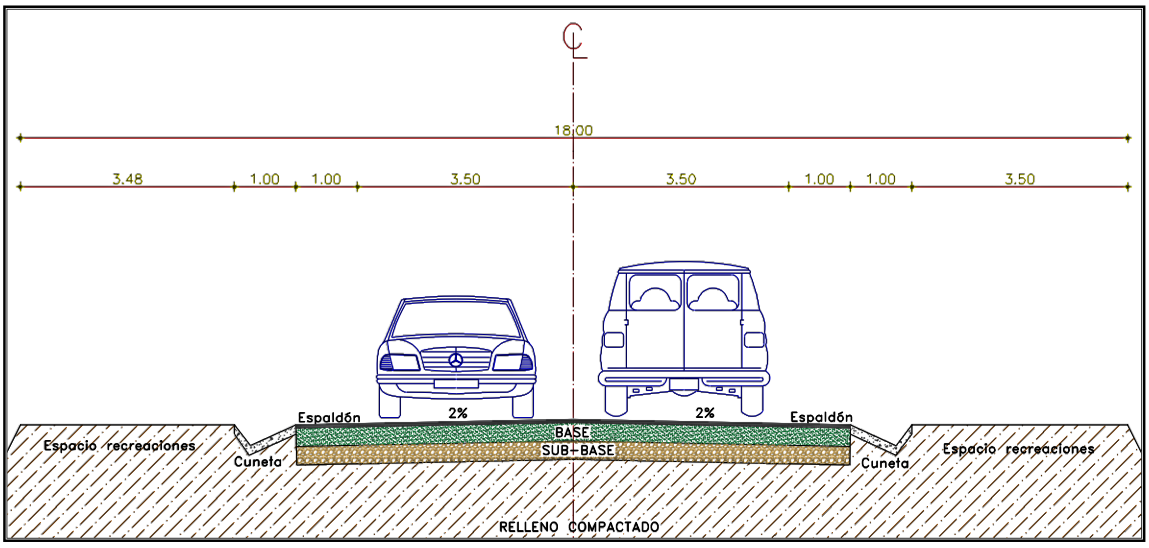


Figura 159: Nueva Sección Transversal en la Av. Charles Darwin.
Fuente: EPMMOP

Como se observa en la figura anterior si hay espacio para la implementación de la ciclovía que se propone de 3.70 m de ancho total, es por esto que el proyecto será entregado para que se considere este proyecto propuesto.

4.4 PROTECCIONES VEHICULARES

4.4.1 Ubicación

En la ruta elegida para la ciclovía existen dos vías de alto tráfico vehicular y por tal motivo tienen mayor riesgo de existir accidentes de tránsito los ciclistas, estas vías son: la antigua vía Amaguaña - Conocoto y la Av. Ilaló por este motivo se ha decidido colocar protecciones vehiculares que separen el tránsito vehicular del tránsito de ciclistas, y la longitud total que debe colocarse es de 1132.29m tomando en consideración la resta de entradas a calles sin complicar las entradas a casas.

4.4.2 Alternativas

(Arias, 2017), realizó un análisis técnico y económico de tres tipos de protecciones vehiculares, las mismas que son:

- **Protección de hormigón armado**

En la figura 154 se muestra las dimensiones del parapeto analizado por (Arias, 2017), este diseño se basó en las normas AASHTO al igual que se realizó para el presente proyecto.

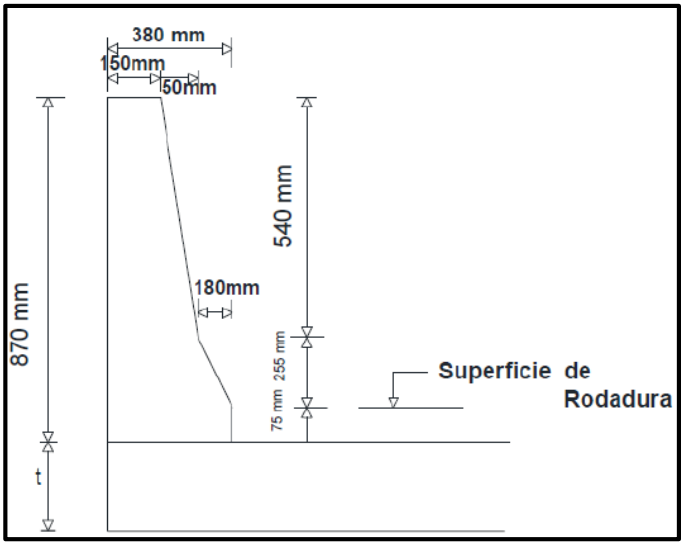


Figura 160: Protección de hormigón armado.
Fuente: (Arias, 2017)

En la siguiente figura 155 se indica el acero de refuerzo utilizado para el análisis del parapeto.

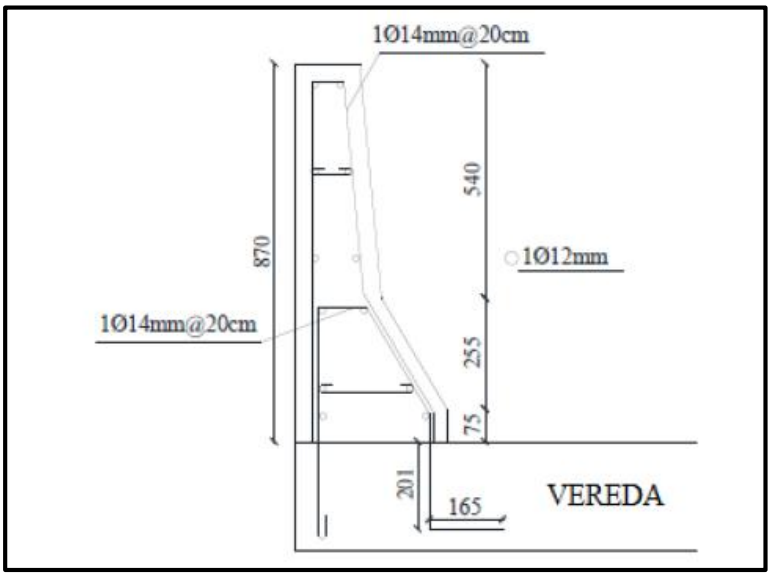


Figura 161: Corte transversal del parapeto.
Fuente: (Arias, 2017)

- **Protección metálica.**

En la mayoría de vías se utiliza este tipo de protecciones y está compuesta por perfiles W transversalmente montadas en postes tipo C o H, diseñadas para soportar la carga de impacto. Este tipo de protecciones no basta solamente con diseñar los postes y los perfiles, también debe diseñarse la placa de anclaje para tener mayor fijación y soporte del impacto, cabe recalcar que los resultados también dependerán del tipo de material y la forma que se escoja para el diseño, en las figuras 156 y 157 se indican las secciones analizas en el diseño. (Arias, 2017)

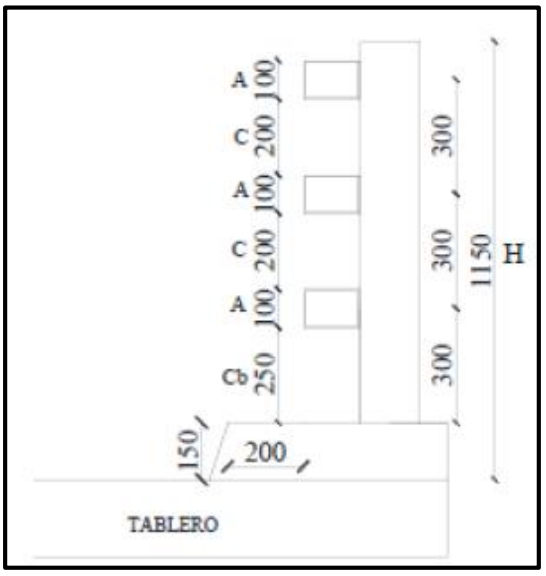


Figura 162: Esquema de protecciones metálicas.
Fuente: (Arias, 2017)

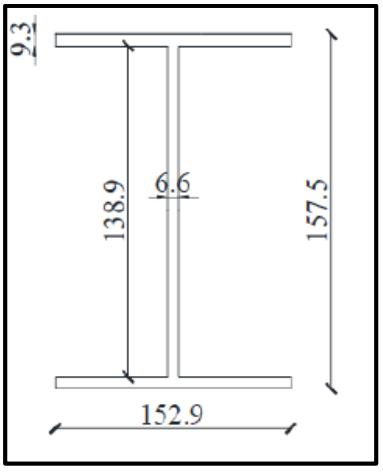


Figura 163: Dimensiones del perfil del poste metálico.
Fuente: (Arias, 2017)

- **Barrera Roll Defender**

Las barreras roll defender consiste en un sistema de rodillos que absorben la fuerza del impacto de los vehículos mediante el giro controlado de una serie de rodillos auto frenados que redirecciona los vehículos al arroyo vehicular reduciendo el índice de mortalidad y disminuyendo la gravedad

de las lesiones en accidentes automovilísticos ocurridos en carreteras, vías de alta y baja velocidad. En las figuras 1548, 1559, 160 y 157 se ilustra mejor como es el funcionamiento del este tipo de protecciones. (Inter Tráfico, 2016)

***Figura 164*:** Momento del impacto de un vehículo con Roll Defender.
Fuente: (Inter Tráfico, 2016)

Figura 165: Funcionamiento de Roll Defender.
Fuente: (Inter Tráfico, 2016)

Figura 166: Redireccionamiento del vehículo después del impacto con Roll Defender.
Fuente: (Inter Tráfico, 2016)

***Figura 167*:** Roll Defender triple.
Fuente: (Inter Tráfico, 2016)

(Arias, 2017), presenta en su trabajo las dimensiones de la barrera que presentó la empresa Dakmatraffic Construcciones y Señalización Vial Cia.Ltda. en el año 2016 (figura 158).

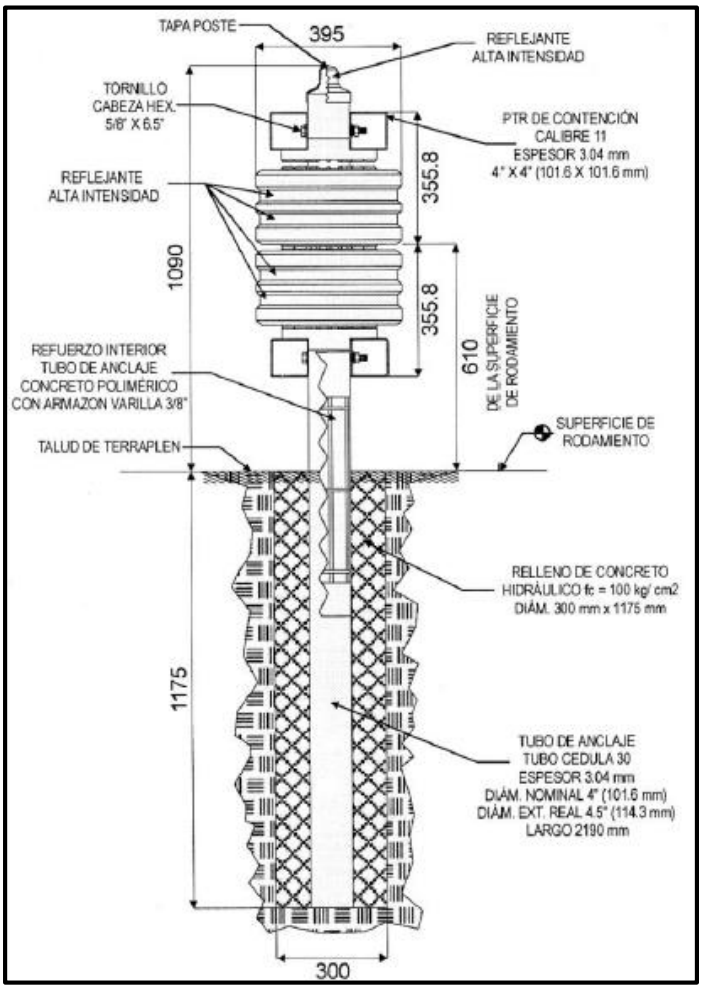


***Figura 168*:** Dimensiones de Roll Defender.
Fuente: (Arias, 2017)

- **Comparación entre las protecciones vehiculares**

(Arias, 2017) como ya se mencionó realizó un cuadro de comparación entre estos 3 tipos de sistemas de protección, tomando en cuenta la resistencia y el costo que tendría cada uno y con estos criterios tomar la mejor opción que beneficie al proyecto.

Tabla 89
Comparación de los tipos de protecciones vehiculares.

NOMBRE	RESISTENCIA	COSTO/m
Barandas de seguridad de hormigón armado	293.47 KN=29.35 T	92.83 dol/m
Barandas de seguridad metálicas	275.55 KN= 27.55 T	413.40 dol/m
Barrera Roll Defender	NC-3	2500 dol/m

Fuente: (Arias, 2017)

Conclusión: La barrera roll defender tiene un muy buen funcionamiento en cuanto a la seguridad y reducción de muertes se refiere, pero debido a su alto costo que se tiene no es aceptable para el proyecto, por lo que la mejor opción tiene las barreras de hormigón armado ya soporta una carga considerada alta y su elaboración es más económica razón por la cual en este proyecto se utilizará barreras de protección de hormigón armado.

4.4.3 Protección vehicular definida

La barrera de hormigón armado es la alternativa más amigable para el proyecto, y la sección que se utilizará es la misma ya analizada en el diseño del puente, esto se debe a que la barrera en el puente se diseñó para protecciones vehiculares de alta resistencia y no solamente como barreras para ciclovías, se realizó de esta manera para mejorar la seguridad de los usuarios de la ciclovía. En la figura 163 se indica la sección y armado que se colocará en estas barreras, el diseño de las mismas se indica en el Capítulo IV, sección drenaje vial e ítem puente.

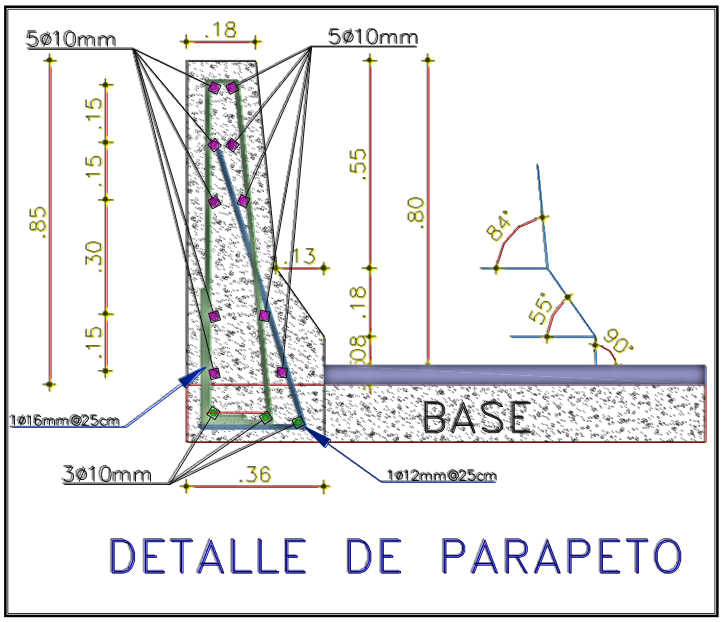


***Figura 169*:** Detalle de protección de hormigón armado.

4.5 INTERSECCIONES

El diseño de las intersecciones es crucial para el desempeño correcto de la infraestructura vial ciclista, ya que es en ella en donde se da la mayor cantidad de interacciones entre los usuarios de las vías como son vehículos motorizados, no motorizados y peatones. Debido a que el diseño de ciclovías es algo nuevo, se olvidan de lo importante que es las intersecciones. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Las estadísticas a nivel internacional demuestran que los accidentes de gravedad entre ciclistas y vehículos motorizados ocurren en las intersecciones. En Holanda el 58% de los accidentes ciclistas ocurren de ellas y , de estos 95% ocurre en vías con velocidades de 50 km/h (CROW, 2011). Por ello es vital que un diseño minucioso que considere los movimientos de todos los usuarios. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

El (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011), en su manual da a conocer las principales funciones de las intersecciones:

- Regular y organizar los encuentros entre usuarios de las vías con diferentes direcciones de flujo, de tal manera que el número de conflictos sea limitado y así evitar accidentes.
- Ofrecer posibilidades de seguridad para el tránsito cuando se presentan movimientos que generan conflicto, con la menor demora posible.

4.5.1 Elementos para el diseño de intersecciones

Los elementos básicos que se deben contemplar en el diseño de intersecciones para reducir el riesgo de accidentes y aumentar la comodidad y rapidez de los itinerarios ciclistas son (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011):

- Reducción de la distancia de cruce peatonal y ciclista ya que a menor distancia de cruce existe menor riesgo a una colisión.
- Reducción de la velocidad de los vehículos: compatibilizar las distintas velocidades de los usuarios de las vías, ya que mientras es menor la velocidad, los peatones, ciclistas y automovilistas, podrán percibirse los unos a los otros con tiempo suficiente para prevenir una colisión.
- Mejoramiento de las condiciones de visibilidad: mantener las intersecciones libres de obstáculos y bien iluminadas.

- Creación de trayectorias de circulación predecibles: la geometría y la colocación de dispositivos para el control de tránsito son fundamentales; las intersecciones deben ser claramente legibles para facilitar maniobras y evitar indecisiones o decisiones erróneas.
- Minimización de los tiempos de espera: las facilidades para movimientos direccionales y las fases semafóricas deberán buscar favorecer a ciclistas y peatones. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

4.5.2 Los requisitos para una intersección

(CROW, 2011), menciona que los requisitos principales de rutas directas, seguras y cómodas son importantes al nivel de intersección. El requisito de coherencia se relaciona principalmente con la seguridad y por lo tanto no se la ve de manera separada. Las rutas atractivas juegan un rol menor, al nivel de la intersección.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los requisitos principales para las intersecciones, según (CROW, 2011):

Tabla 90

Resumen de requisitos principales para las intersecciones.

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Rutas directas	Rutas directas (tiempo)	Lograr que las rutas sean directas en relación al tiempo tiene que ver con la velocidad de diseño. También requiere evitar retrasos. Los retrasos pueden limitarse minimizando la posibilidad de detención (máximo de la preferencia) y minimizando los riesgos de tiempos de espera usando islas centrales y con un buen ajuste de los sistemas de control de tránsito.
	Rutas directas (distancia)	Debe evitarse que los ciclistas tengan que hacer movimientos ilógicos o muchos desvíos para cruzar las intersecciones
Rutas seguras	Riesgo de conflictos (serios)	• Se minimiza el número de conflictos con los vehículos motorizados. • Donde existan grandes diferencias de velocidad y/o masa entre vehículos, los movimientos de cruce deben realizarse en distintos niveles. • En los cruces a un mismo nivel, se minimizan las diferencias de velocidad. • Donde sea posible, los conflictos se juntan para crear una situación inequívoca. • Se cumplen los requisitos de visibilidad y de superficie lisa. • Se aplican los principios de diseño y los principios básicos de manera uniforme y apropiada a la función de las vías que se cruzan. • Las intersecciones son lo suficientemente visibles, también en la oscuridad

CONTINUA→

Rutas cómodas	Superficie lisa	El pavimento es lo suficientemente liso y se unen los distintos tipos de pavimento correctamente.
	Minimizar retrasos	Se minimiza el riesgo de espera
	Progreso	Los radios de giro toman en cuenta la velocidad de diseño apropiada para la función respectiva. Ni automóviles ni ciclistas detenidos o estacionados obstaculizan el paso de los ciclistas en las intersecciones.
	Molestias por el tráfico	Los ciclistas no están sujetos a molestias generadas por el resto del tráfico. En situaciones con mucho tráfico, con emanaciones de gases y ruido importantes, se trata de encontrar una ruta alternativa.
	Molestias por el clima	Se minimizan las molestias por el viento, lluvia y sol.
Rutas atractivas	Seguridad social	Las intersecciones cumplen con el requisito de seguridad social: están iluminadas, hay supervisión en los alrededores, los alrededores son visibles y el espacio público está bien mantenido.

Fuente: (CROW, 2011)

4.5.3 Función, forma y uso

Según a este criterio de función, forma y uso de las vialidades, el diseño de una intersección está determinado por el tipo de calles que se interceptan: mientras mayor jerarquía tiene la vía, más complejos tienden a ser los movimientos que se realizan en ella. Por ello es indispensable la instalación de dispositivos de control del tránsito. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Según (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011) se pueden distinguir cinco tipos de intersecciones:

a) Intersecciones no reguladas
b) Intersecciones con preferencia de paso
c) Glorietas o redondeles.
d) Intersecciones reguladas con semáforos.
e) Intersecciones a diferente nivel.

Existen muchos factores que determinan que tipo de intersección es la adecuada, a continuación, se menciona una serie de criterios que pueden ser útiles para decidir qué tipo de intersección aplicar (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

4.5.3.1 En las arterias principales

Cuando se tiene intersecciones con vías arteriales el (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011), menciona que la mejor solución es realizar una intersección a diferente nivel o si existen de 2000 a 4000 vehículos por hora circulando en la intersección se podría colocar un redondel de doble carril, ya que la regulación con semáforos no es muy segura. Todo lo mencionado se lo puede realizar dando prioridad a los usuarios más vulnerables de las vías como son los peatones y ciclistas, es decir que en caso de intersección a desnivel los autos deberían cambiar de nivel. Es por esto que la solución más adecuada es prevenir a los usuarios de la trayectoria que

seguirán los ciclistas por eso se recomienda colocar áreas de espera ciclista para permitir el arranque preferencial. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Como se menciona anteriormente la mejor solución para intersecciones con vías arteriales son las intersecciones a desnivel, en el presente proyecto existe una intersección que es a desnivel y es la que se encuentra en la intersección entre la AV. Lola Quintana con la Autopista General Rumiñahui como se muestra en la figura 164, donde la Av. Lola Quintana tiene continuidad hacia la avenida Charles Darwin que va hacia La Armenia, el paso se lo realiza por un puente que atraviesa todo el ancho de la autopista, y que tiene varios ingreso hacia la autopista y a la avenida.

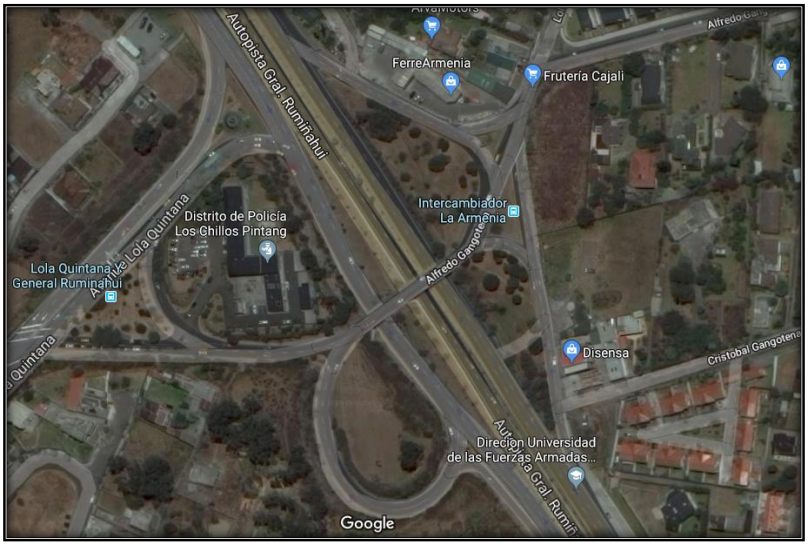


Figura 170: Intersección a desnivel entre AV. Lola Quintana y Autopista General Rumiñahui.
Fuente: Google Maps.

Figura 171: Intersección a desnivel Av. Lola Quintana.
Fuente: Google Maps.

4.5.3.2 En las vías colectoras

En el caso que se tenga intersecciones entre vías colectoras o entre vías colectoras y calles locales el (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011), explica que la mejor solución es la construcción de un redondel de doble carril cuando se cruzan dos vías colectoras, mientras que si se cruzan vías colectoras con calles locales también se puede optar por regulación con semáforos.

En las siguientes figuras se pueden observar varios de los lugares donde se dan intersecciones entre vías colectoras y la solución es de regularlas con semáforos ya que las vías mencionadas tienen más de 200 vehículos/hora, no se opta por un redondel debido al espacio que se tiene entre estas avenidas, se da prioridad al paso de peatones y ciclistas en estas intersecciones.

- Av. Lola Quintana y Av. Simón Bolívar

Figura 172: Intersección Av. Lola Quintana y Av. Simón Bolívar.
Fuente: Google Maps.

- Av. Ilaló y Av. Gribaldo Miño

Figura 173: Intersección Av. Ilaló y Av. Gribaldo.
Fuente: Google Maps.

- Av. Simón Bolívar y Av. Eugenio espejo

Figura 174: Intersección Av. Simón Bolívar y Av. Eugenio Espejo.
Fuente: Google Maps.

- Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Hermano Miguel

Figura 175: Intersección Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Hermano Miguel.
Fuente: Google Maps.

- Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Marquesa de Solanda

Figura 176**:** Intersección Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Marquesa de Solanda.
Fuente: Google Maps.

- Unión de Av. Lola Quintana y Paso a desnivel

Figura 177: Unión de la Av. Lola Quintana y Paso a desnivel.
Fuente: Google Maps.

- Av. Charles Darwin y Av. Luis Felipe Borja

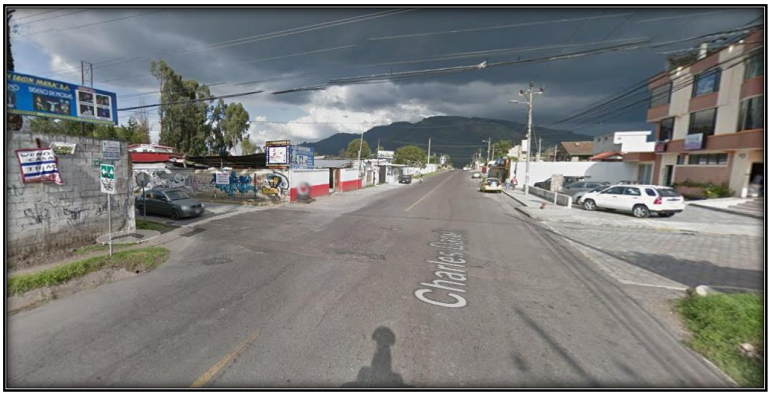


***Figura 178*:** Intersección Av. Charles Darwin y Av. Luis Felipe Borja.
Fuente: Google Maps.

- Av. Luis Felipe Borja y Av. Sebastián de Benalcázar

***Figura 179*:** Intersección Av. Luis Felipe Borja y Av. Sebastián de Benalcázar.
Fuente: Google Maps.

4.5.3.3 En las calles de acceso

La solución estándar son las intersecciones no reguladas. Una buena opción es una intersección con meseta, pues disminuye la velocidad de los autos y aumenta la seguridad vial. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Este último caso se presenta en casi todo alrededor de la ciclovía y como se sabe cada cierta distancia existen calles de acceso a zonas residenciales o que permiten la llegada a viviendas, para este tipo de intersecciones como se menciona no son reguladas con semáforos pero se debe colocar señalización como un pare o un ceda el paso con el fin de precautelar la seguridad de todos los usuarios de las vías en especial de peatones y ciclistas que son más vulnerables en la figura 174 se muestra un ejemplo.

Figura 180: Intersección entre calles locales.
Fuente: Google Maps.

Independientemente de la jerarquía de las vías en una intersección se debe tener una buena visibilidad y esta depende de la forma de la intersección. En intersecciones con ángulos diferentes a 90°, los automóviles tienden a perder a los ciclistas del campo visual. En estos casos se debe optar por modificar la geometría de la vía para que la intersección pase de forma "Y" a "T", en el caso de que no sea posible modificar la geometría, se deberá colocar reductores de velocidad y orejas que reduzcan la distancia de cruce. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

No en todas las intersecciones se puede tener los 90° exactamente, pero existe una intersección que tiene un ángulo mucho menos de 90° y está entre las avenidas, Amaguaña-Conocoto y Av. Marquesa de Solanda como se muestra en la figura 174 pero como solución se realiza una

regulación con semáforos debido a que no se puede modificar la geometría y a que la vía Amaguaña-Conocoto es considerada de alto tráfico vehicular y que en esa intersección se encuentra una parada de buses.

***Figura 181*:** Intersección entre la Vía Conocoto-Amaguaña y Av. Marquesa de Solanda.
Fuente: Google Maps.

4.5.4 Intersecciones reguladas con semáforos

Las intersecciones semaforizadas como son menos seguras que las intersecciones a diferente nivel o con una glorieta bien diseñada, por lo que deben ser consideradas como la segunda mejor opción. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

En los semáforos, el movimiento de los ciclistas puede ser eficiente si consideramos que una ciclovía de 2.00 m de ancho tiene una capacidad de 4700 ciclistas/hora (CROW, 2011), la ciclovía en el presente proyecto tiene un ancho de 3m lo que tendría mayor capacidad y confirma que el control con semáforos es una buena solución para las intersecciones.

El tiempo de espera ciclista en un semáforo debe ser de máximo 90 segundos, si es posible. Si los tiempos de espera son muy largos, no se cumplirían con el requisito de hacer la ruta directa,

además de que obligaría al ciclista a cruzar aun estando la luz roja, creando problemas de seguridad. Un tiempo medio de espera mayor a 20 segundos es considerado muy largo (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011). En la ciudad de Quito, en los semáforos donde se intersecan vías con alto tráfico vehicular el tiempo de espera es de un minuto aproximadamente, por lo que se recomienda este tiempo para espera del para proceder a circular, a más que la espera para ciclistas debe estar adelantada de los vehículos.

4.5.5 Movimiento de ciclistas en intersecciones.

Es necesario que los conductores de vehículos motorizados tengan una buena visibilidad hacia los ciclistas, reduciendo así la cantidad de accidentes, las formas que han demostrado ayudar a este fin son las que se describen a continuación (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

4.5.5.1 Arranque preferencial

A través de la colocación de áreas de espera ciclista adelantadas a la línea de alto de los vehículos motorizados, además de semáforos con fases especiales para ciclistas, se permite que estos usuarios comiencen su desplazamiento previo a los autos. La posición adelantada permite que los conductores de vehículos motorizados tengan en su campo visual a los ciclistas al otorgar por lo menos dos segundos de ventaja, lo cual permite que los ciclistas desarrollen velocidad antes que los demás usuarios (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

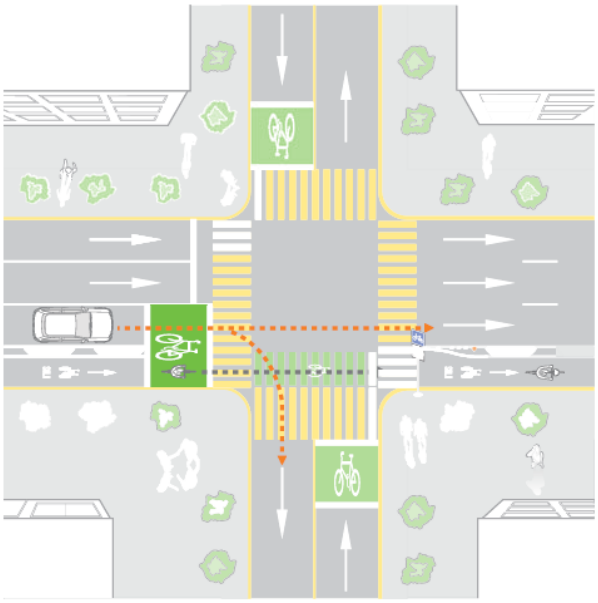


Figura 182: Área de espera de ciclistas en intersecciones.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

.

Principalmente este tipo de esperas adelantadas se colocan en las intersecciones muy representativas como las que existe en la Av. Gribaldo Miño y la Av. Ilaló, en la Av. Simón Bolívar y Av. Lola Quintana, a más que en estas vías existe la circulación de transporte público por lo que se necesita que se visibilice a los ciclistas.

4.5.5.2 Vuelta izquierda ciclista

Debido a que los ciclistas tienden a circular del lado derecho de la vía por ser vehículos de baja velocidad, resultado complicado colocarse en el carril de extrema izquierda para dar un giro en esta dirección sobre todo para los usuarios inexpertos. Este movimiento se facilita a través de áreas de espera ciclista colocadas a todo lo ancho de la vía. Otra opción es colocar estos dispositivos en las vías transversales para que los ciclistas den vuelta a la izquierda en dos movimientos como se indica en la Figura 176 (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

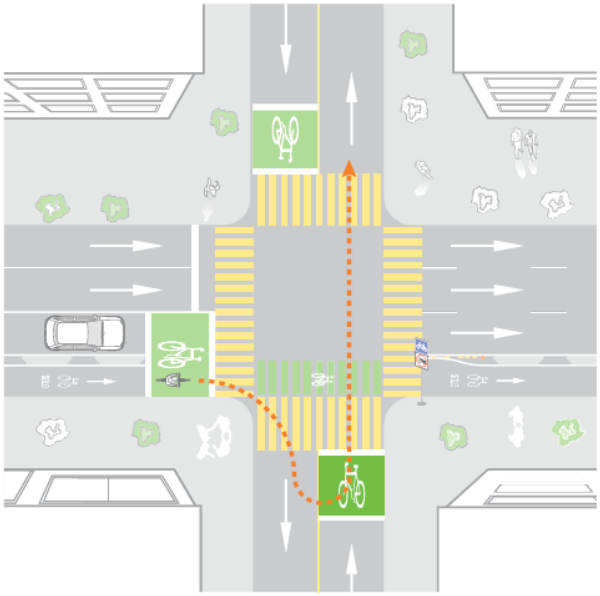


Figura 183: Movimiento de ciclistas para girar hacia la izquierda.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Este tipo de movimientos se los realizaría en intersecciones como la Av. Gribaldo Miño y Lola Quintana debido a que, en estas vías, la ciclovía de este proyecto se separa en dos vías unidireccionales, debido a que su tránsito está separado por un parterre intermedio.

4.5.5.3 Trayectoria con entrecruzamiento

En las intersecciones de las vías ciclísticas delimitadas y segregadas es necesario indicar cuál es su trayectoria de los ciclistas, sobre todo cuando los vehículos motorizados dan vuelta a la derecha, lo cual puede causar un corte de circulación. Esto se logra a través de la colocación de marcas de cruce ciclista y dispositivos que alerten a los automovilistas que se realiza su giro existe la posibilidad de encontrar un ciclista, por lo que deben permitir el paso (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

La infraestructura ciclista segregada alejada del tráfico vehicular, lo más conveniente es realizar una modificación de la geometría para acercar ambas trayectorias. De esta forma se permite que ambos tipos de usuarios se observe al llegar a la intersección (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

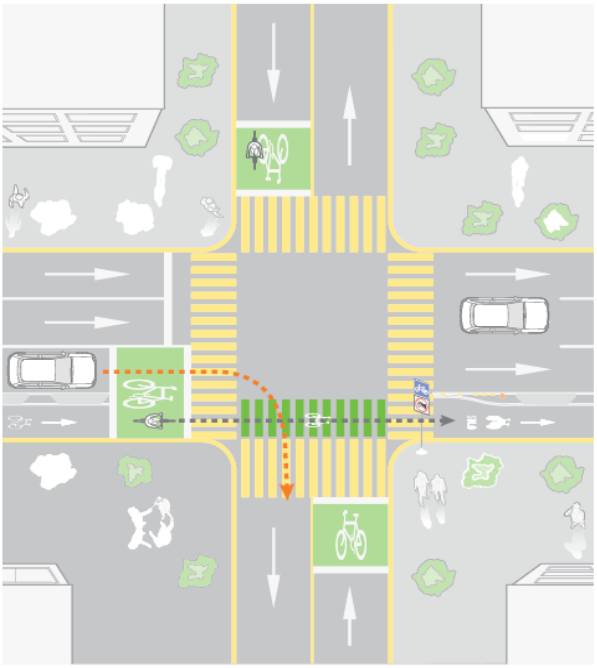


Figura 184: Trayectoria de encruzamiento.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

A lo largo de la ciclovía se da este tipo de inconveniente, ya que al momento que un vehículo desee girar a un lado y existan ciclistas que puedan obstaculizar ese giro se debe pensar en una forma que sean visibles los ciclistas, y la forma correcta es colocando una espera adelantada como se muestra en la figura 178, así se amplía el campo de visión como se mencionó anteriormente y ayuda que el ciclista tome velocidad y cruce con tranquilidad y que los conductores de vehículos motorizados tengan mucha más precaución al momento de girar, por este motivo es importantísima la señalización de las vías y también que los ciclistas lleven equipo de seguridad en especial en

horas de la noche como por ejemplo: chaleco refractivo, luces refractivas en la bicicleta y protecciones para su cuerpo como casco, rodilleras y coderas principalmente.

4.5.6 Soluciones de intersecciones por tipo de infraestructura ciclística

El (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011), no muestra diseños de intersecciones que son más comunes para cada tipo de infraestructura ciclista. En el ANEXO 7 se muestra la geometría y dispositivos para el control de tránsito con los que debe contar cada tipo solución, cuando se inicie o termine una vía ciclista en una intersección se debe hacer la intervención de todo el cruce indicando de forma previa el cambio de configuración de la vía.

En las Figuras 179 y 180 se muestra dos intersecciones más importantes que se tiene a lo largo de la ciclovía, debido a que esta se divide en dos vías unidireccionales debido a que el transito es separado por un parterre.

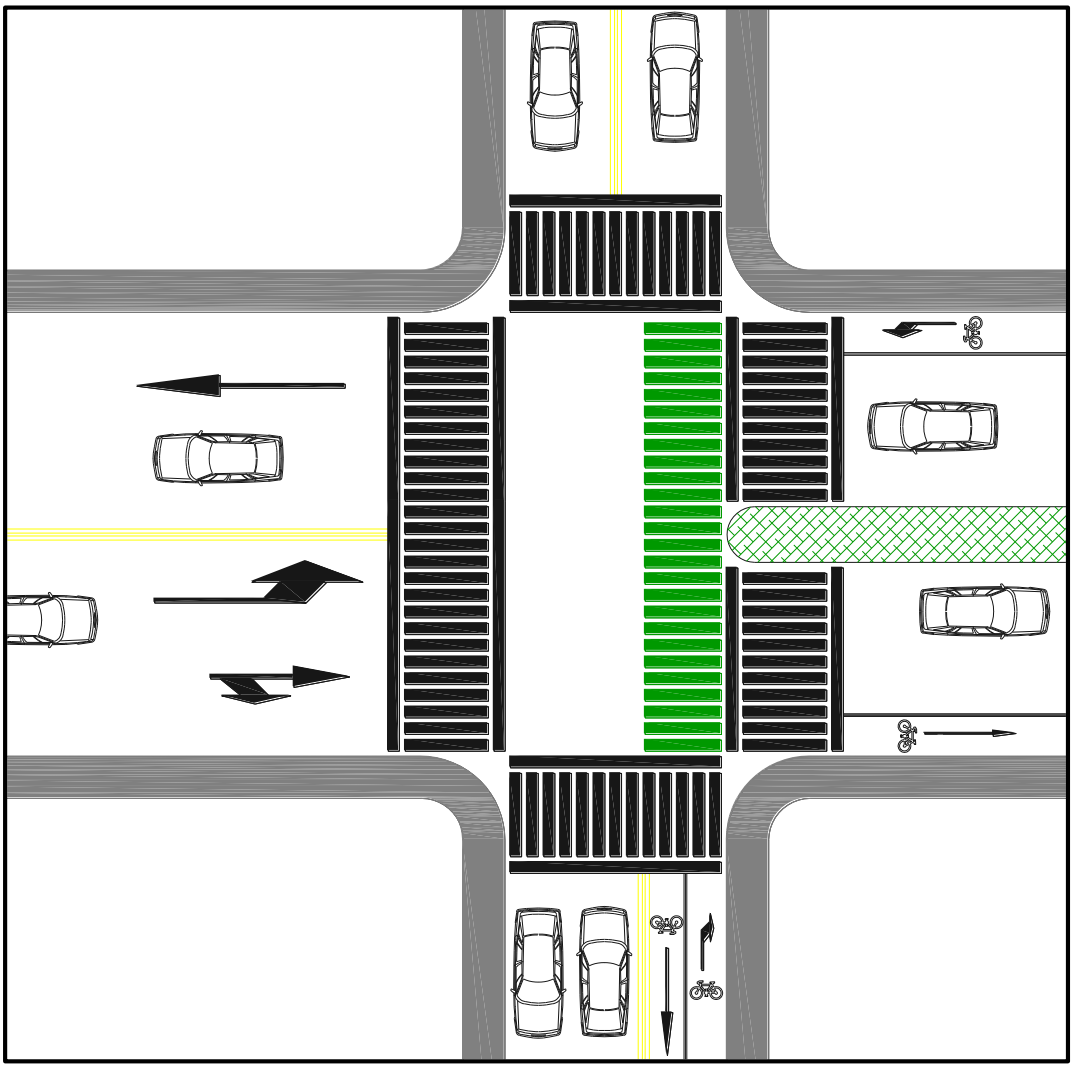


Figura 185: Intersección entre Av. Simón Bolívar y Av. Lola Quintana.

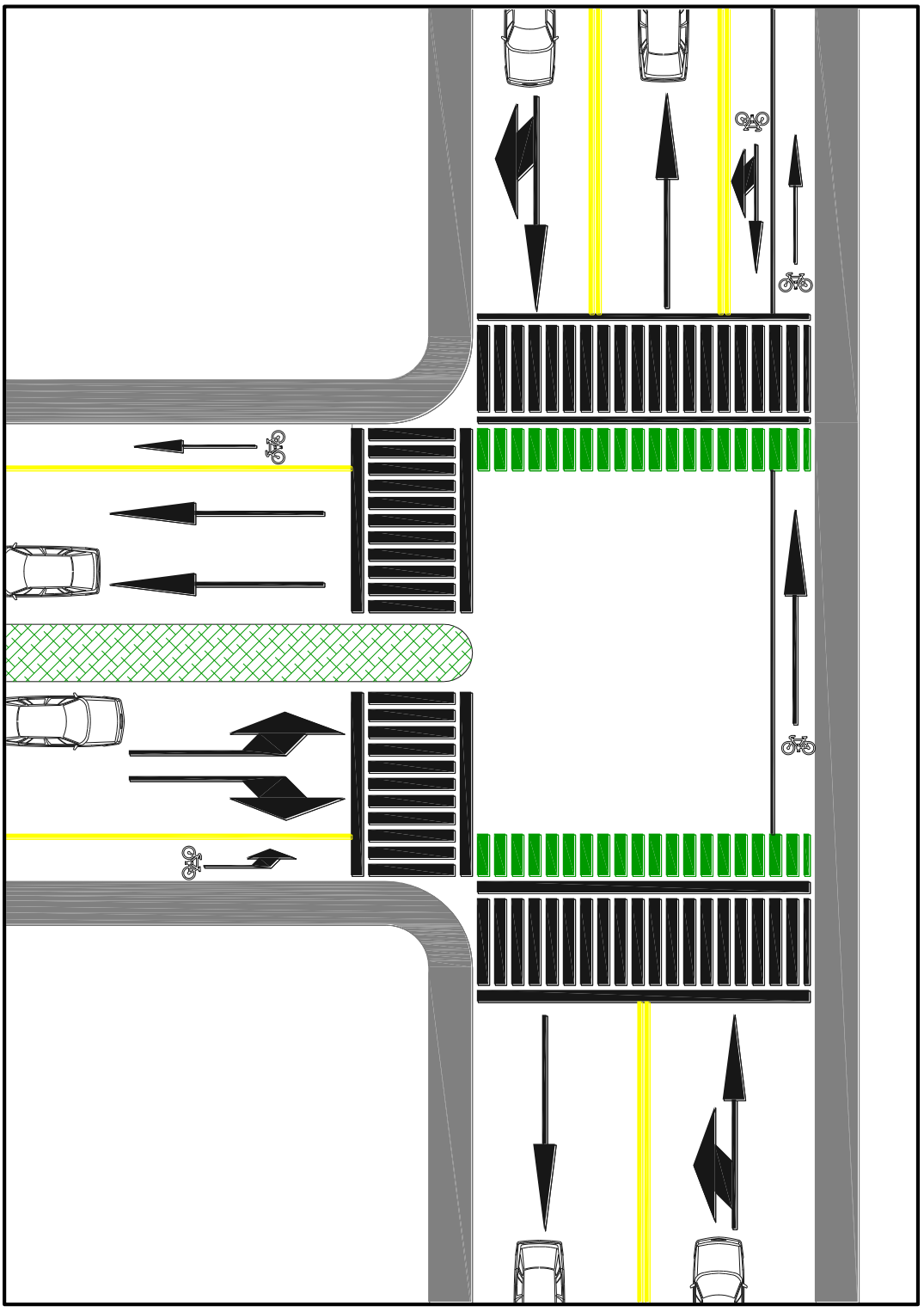


***Figura 186*:** Intersección entre Av. Gribaldo Miño y Av. Ilaló

4.6 SEÑALIZACIÓN

La señalización de una vía es de dos tipos la vertical y la horizontal que se procederán a describir a continuación, sin embarco cabe recalcar que la razón por la que se debe colocar una señalización buena y que sea muy visible es porque en este proyecto existen muchas intersecciones entre calles locales, vías colectoras y vías de arteriales, que a la vez en algunos caso se regulara con semáforos pero esto no quita que se deba señalizar vertical y horizontalmente para mayor seguridad de los usuarios.

4.6.1 Señalización vertical

La señalización vertical hace referencia a aquellos dispositivos que tienen la finalidad de proporcionar a todos los usuarios de las vías información sobre las normas específicas que buscan reglamentar, prevenir e informar, mediante el uso de símbolos o textos determinados y se ubican a nivel de la vía o sobre ella de preferencia al lado derecho de la circulación de los usuarios. (INEN, 2013)

4.6.1.1 Uniformidad de colocación

- **Colocación lateral en zona rural**

En el presente proyecto como se ha mencionado anteriormente en la bajada desde el parque metropolitano del sur se tiene una zona rural de una extensión de 3.5 km aproximadamente donde se ubicarían a una distancia libre de 600 mm del filo de la cuneta, con postes de guía o cada del riel

o guardavía de protección. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50m, desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. (INEN, 2013)

- **Colocación lateral en zona Urbana**

En lugares poblados en donde se tienen aceras a lo largo de estas ciclovías, las señales deben colocarse, mínimo a 400mm del filo del bordillo, y máximo a 1m. En parterres o islas de tránsito, la separación mínima es de 500mm del filo del bordillo. (INEN, 2013)

En las principales avenidas por donde circula la ciclovía que son las calles donde existen mayor cantidad de viviendas y de lugares de mayor tráfico se deberá colocar siguiendo los lineamientos. En el presente proyecto se utilizará la altura de 2m ya que es una ciclovía segregada, por lo que no se deberá permitir el parqueo de vehículos en la ciclovía y con esto se evitará la obstaculización de las señales verticales.

- **Retroreflectividad e iluminación**

Todas las señales verticales deben ser retrorefectivas o iluminas con el fin que se observen bien tanto en el día como en la noche y deben cumplir con los parámetros establecidos con el mínimo tipo IV de la norma ASTM D 4956. (INEN, 2013)

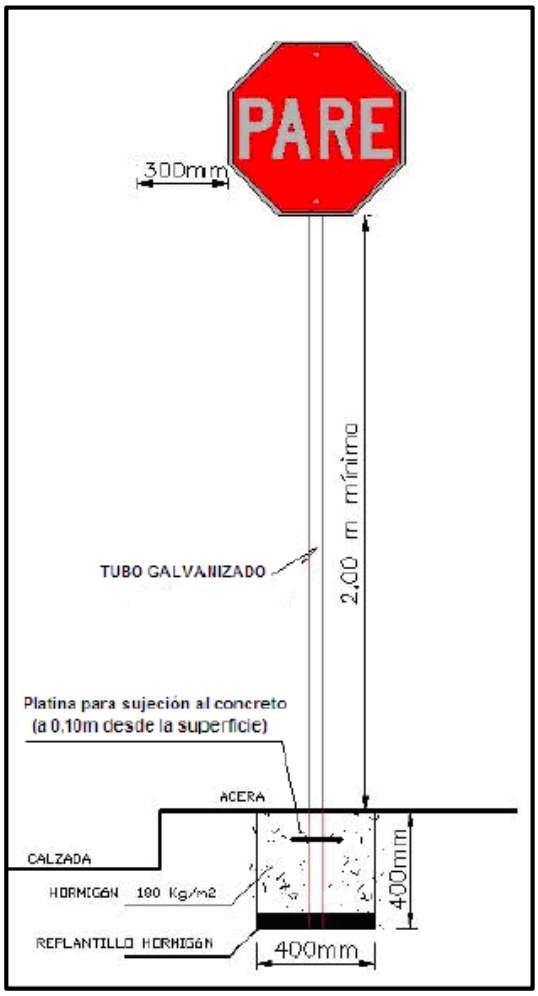


Figura 187: Colocación de señalización vertical.
Fuente: (INEN, 2013)

En la Figura 181 se puede observar cómo se debe realizar la colocación en la zona urbana y con la altura que normalmente se usa. Pero para la zona rural se debe realizar con las consideraciones estipuladas por la norma, sin embargo, la colocación es la misma, con una base de hormigón y con el mismo tamaño de las señales que pueden ser de varios tipos.

Señales regulatorias

Según (INEN, 2013), las señales regulatorias informan a los usuarios de las vías prioridades en el uso de las mismas, al igual que prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una infracción a la Ley y Reglamento de Tránsito.

- **Forma, color y mensaje**

En su mayoría son de forma rectangular con el eje mayor vertical y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo blando. En lo posible se hace uso de símbolos y flechas para ayudar en la identificación y aclarar las instrucciones. En estas señales debe usarse alfabetos normalizados. (INEN, 2013)

En el presente proyecto se usará la clasificación presentada en el reglamento (INEN, 2013), de las señales regulatorias:

- Serie de prioridad de paso (RC1)

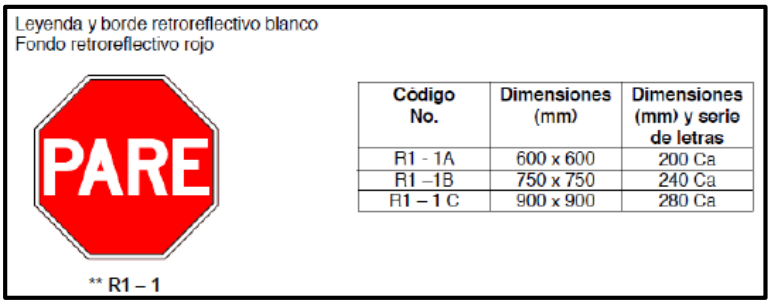


Figura 188: Señal regulatoria de prioridad de paso.
Fuente: (INEN, 2013)

- Serie de movimiento y dirección (RC2)

Símbolo y orla negro mate.
Fondo blanco retroreflectivo.
Flecha roja.

*RC2 – 3

Código No.	Dimensiones (mm)
RC2 – 3A	600 x 600
RC2 – 3B	750 x 750
RC2 – 3C	900 X 900

Figura 189: Señal regulatoria de movimiento y dirección.
Fuente: (INEN, 2013)

- Serie de restricción de circulación (RC3)

Símbolo y orla negros.
Fondo blanco retroreflectivo.
Círculo rojo retroreflectivo.

*RC3 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)
RC3 – 1A	450 x 450
RC3 – 1B	600 x 600
RC3 – 1C	750 x 750

Figura 190: Señal regulatoria de restricción de circulación.
Fuente: (INEN, 2013)

- Placas complementarias (RC4)

Leyenda y orla negras.
Fondo retroreflectivo blanco.

*RC4 – 11

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
RC4 – 11A	600 x 250	70 Da
RC4 – 11B	750 x 312.5	85 Da
RC4 – 11C	900 x 375	105 Da

Figura 191: Señal regulatoria complementaria.
Fuente: (INEN, 2013)

Señales preventivas

Este tipo de señales se utilizan para alertar a los usuarios de las vías sobre peligros que se encuentran más adelante en las vías. Estas señales indican a los usuarios a tomar precauciones especiales y requieren de una reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra. (INEN, 2013)

Todas las señales tienen forma de rombo, es decir, un cuadrado con diagonal vertical, con un símbolo y/o leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo. (INEN, 2013)

Estas señales se clasifican:

- Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía (PC1)

Símbolo y orla negros.
Fondo amarillo retroreflectivo.

*PC1 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)
PC1 – 1A	600 x 600
PC1 – 1B	750 x 750
PC1 – 1C	900 x 900

Figura 192: Señal preventiva de obstáculos y situaciones especiales en la vía.
Fuente: (INEN, 2013)

- Serie de placas complementarias (PC2)

Leyenda y orla negras.
Fondo amarillo retroreflectivo.

*PC2 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
PC2 – 1A	600 x 450	75 Da
PC2 – 1B	750 x 600	95 Da

Figura 193: Señal preventiva complementaria.
Fuente: (INEN, 2013)

Señales informativas

Las señales de información tienen la finalidad de guiar a los usuarios viales, proporcionándole información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible (INEN, 2013).

Estas señales tienen la siguiente clasificación:

- Serie de información de guía (IC1)

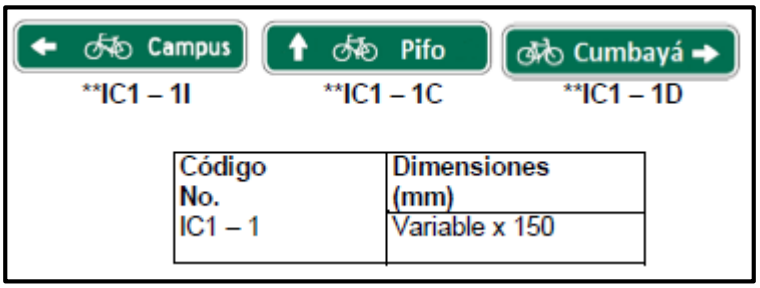


Figura 194: Señal informativa de guía.
Fuente: (INEN, 2013)

- Serie de información de servicio (IC2)

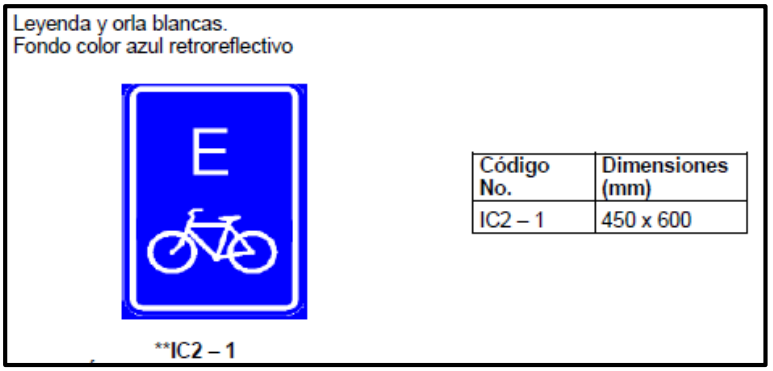


Figura 195: Señal informativa de servicio.
Fuente: (INEN, 2013)

- Serie de placas complementarias (IC3)

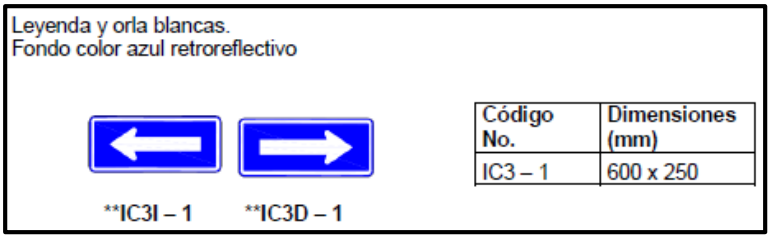


Figura 196: Señal informativa complementaria.
Fuente: (INEN, 2013)

En la siguiente tabla se presenta toda la señalización vertical que será colocada en nuestro proyecto de acuerdo a las necesidades del mismo y tomando en cuenta las zonas en las que se encuentran ubicadas (figura 191, 192 y 193) y las funciones de cada una.

Tabla 91
Señalización vertical para el proyecto

SEÑALIZACION VERTICAL					
Tipo de Señal	**Nombre de señal**	**Código**	**Dimensiones**	**Gráfico**	**Cantidad**
Regulatoria	Carril Compartido	RC1-1A	600X600		22
	Carril bici junto	RC1-3A	600X600		16
	Pare	R1-1A	600X600 200ca		12
	Ceda el paso	R1-2ª	750/Lado		20

CONTINUA→

	Uso exclusivo ciclovía	RC2-1ª	750X600 10C		62
	No entre	RC3-2B	600x600		8
	Carril compartido	RC4-4	600X250		22
	Límite máximo de velocidad	R4-1ª	600X600		62
Preventivas	Descenso Pronunciado	PC1-2ª	600X600		19
	Puente angosto	P4-1ª	600X600		4
	Ciclista en la vía	PC6-4ª	600X600		22
	Reductor de velocidad	P6-2ª	600X600		26
	Vía compartida	PC6-16ª	600X600		18
Informativas	Señal destino +Km	IC1-2	Variable X150		15
	Señal destino +Km	IC1-4	Variable		8

CONTINUA→

	Estacionamiento	IC2-1	450X600		10
	Turísticas	IT1-4	600X600		13

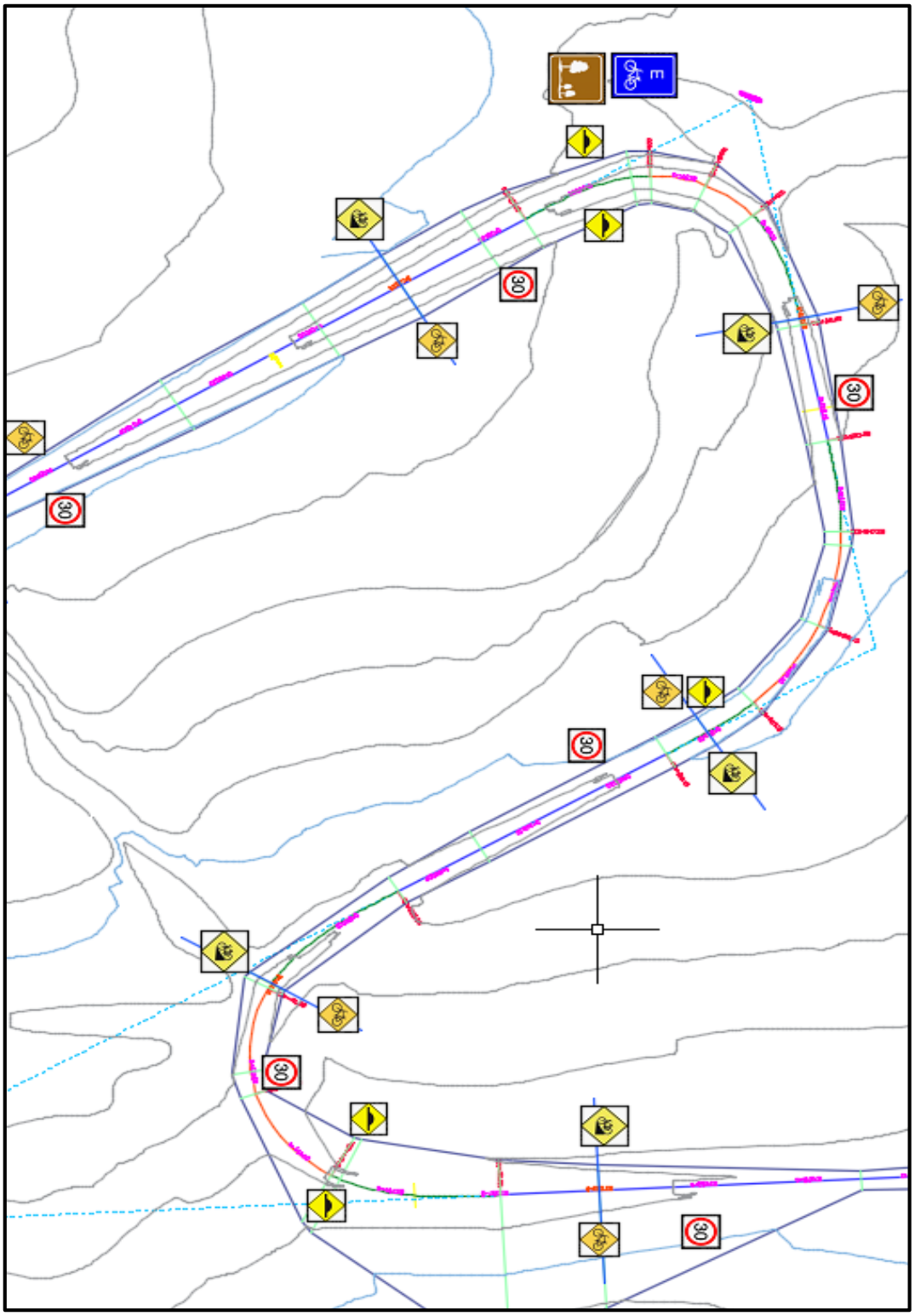


Figura 197: Señalización vertical en zona rural.

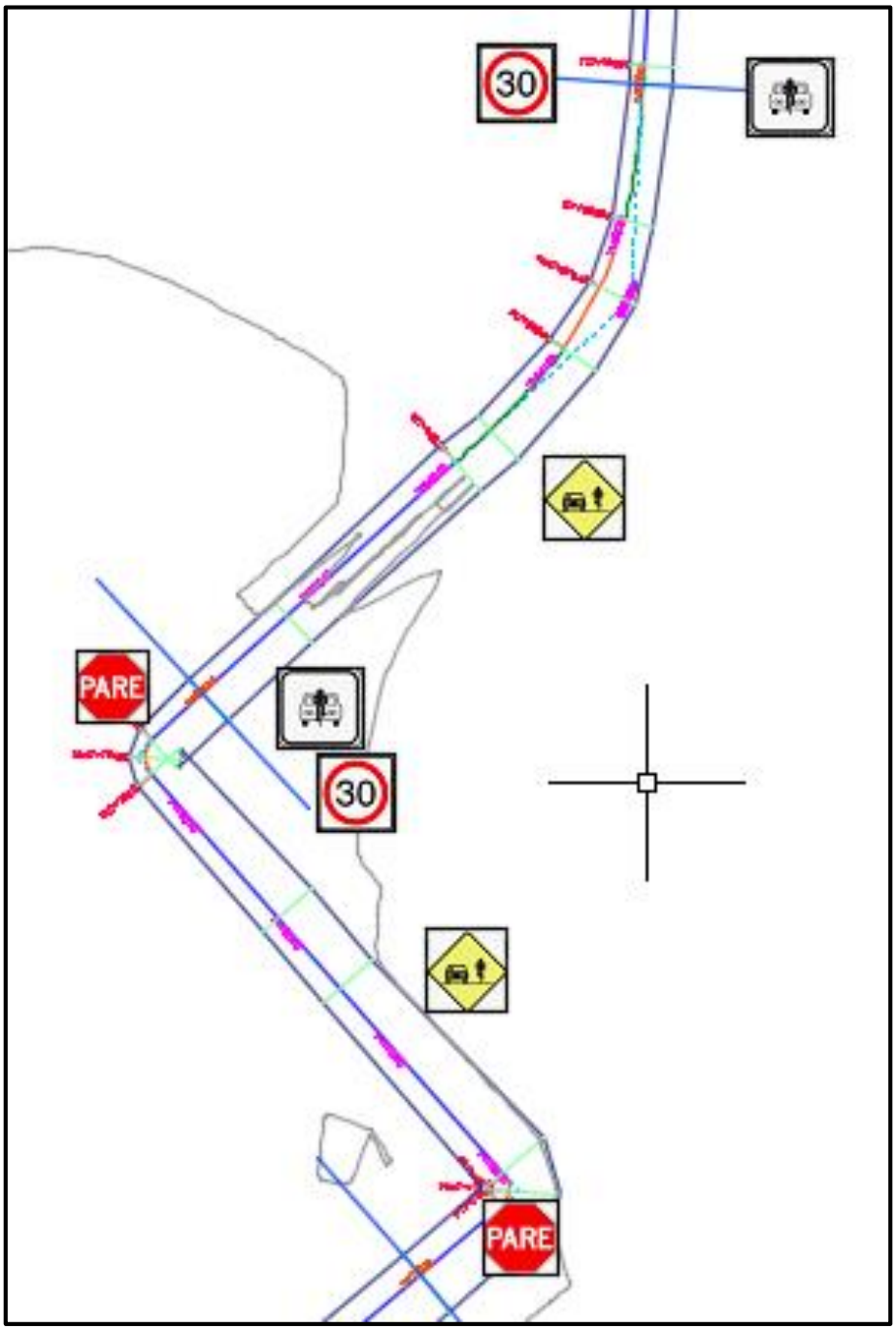


Figura 198: Señalización vertical en zona urbana.

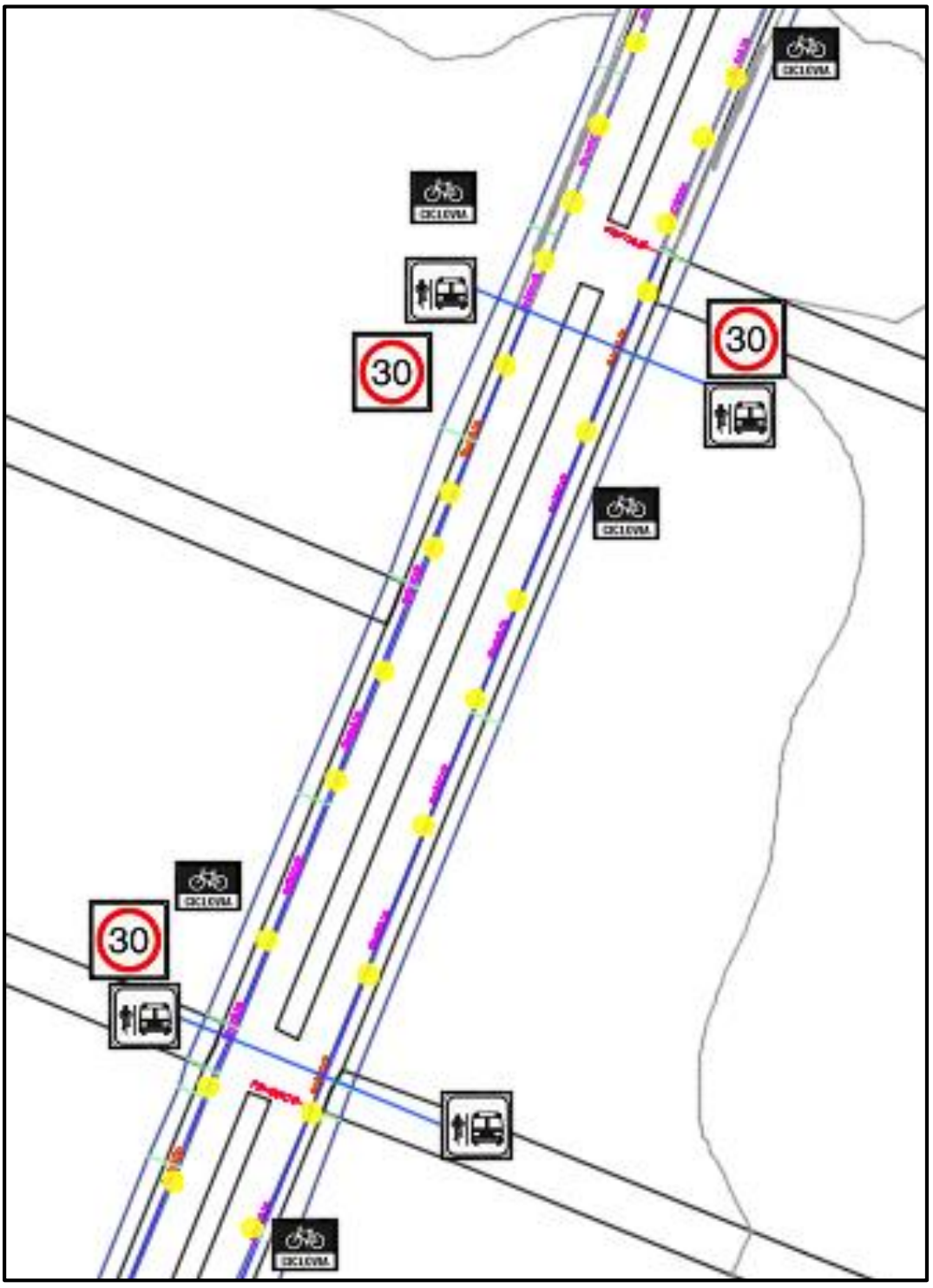


***Figura 199*:** Señalización en ciclovías unidireccionales.

4.6.2 Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. (INEN, 2013)

- **Materiales**

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío u otros materiales para demarcación de pavimentos que cumplan con las especificaciones técnicas para señalización horizontal descritas en el reglamento (INEN, 2013)

- **Colores**

Las marcas de la ciclovía se las realiza en los colores blanco y amarillo, siendo opcional el color verde para situaciones específicas.

  - El color blanco se empleará en líneas longitudinales para delimitar los carriles en el mismo tránsito, en líneas de borde de pavimento, flechas, símbolos, mensajes viales, en marcas transversales, línea de pare y ceda el paso.
  - El color amarillo se utilizará para separar flujos de sentido contrario.
  - El color verde es opcional y podrá utilizarse para la señalización de cajas de seguridad, cruces de ciclistas en intersecciones o en segmentos de ciclovía que el estudio de tráfico determine que el ciclista debe ser visibilizado en mayor medida. (INEN, 2013)

La ciclovía del presente proyecto se deberá señalizar en todo su recorrido con líneas de color amarillo en el centro que indica que la ciclovía es bidireccional, si estas líneas están entre cortadas permite el rebasamiento en estas vías y si la línea es continua no permite rebasar, a lo largo de la ciclovía se colocará líneas entre cortadas excepto en curvas peligrosas e intersecciones. Para delimitar la ciclovía se debe usar líneas continuas de color blanco.

Símbolos y letras en el pavimento

Adicional a las líneas que se delimitan a la ciclovía como son las líneas amarillas y blancas, se debe colocar mensajes en el pavimento, que de preferencia se harán por medio de símbolos y letras. Los símbolos y letras que se utilizarán son: un pictograma de bicicletas acompañado siempre de una flecha que indique la dirección en la que los ciclistas pueden circular, además, el símbolo de bicicleta podrá estar acompañado de la palabra “SOLO”, para dar mayor énfasis a la circulación exclusiva de bicicletas. (INEN, 2013)

En el caso del proyecto existen zonas en las que las vías serán compartidas como: en el paso a desnivel sobre la Autopista General Rumiñahui, en la Av. Gribaldo Miño debido a que el espacio para la ciclovía es corto se deberá señalizar como vía compartida por lo tanto se colocará esta señalización cada 50m, en la zona rural se deberá colocar cada 100 m al igual que en la zona urbana donde se tienen ciclovías segregadas cumpliendo con los lineamientos de (INEN, 2013). En la Figura194 - 195 se puede observar cómo se debe colocar la señalización antes mencionada.

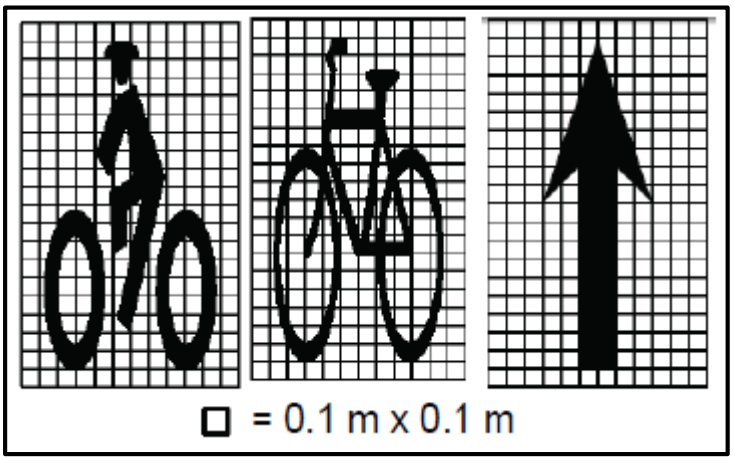


Figura 200: Dimensiones de Símbolos en el pavimento.
Fuente: (INEN, 2013)

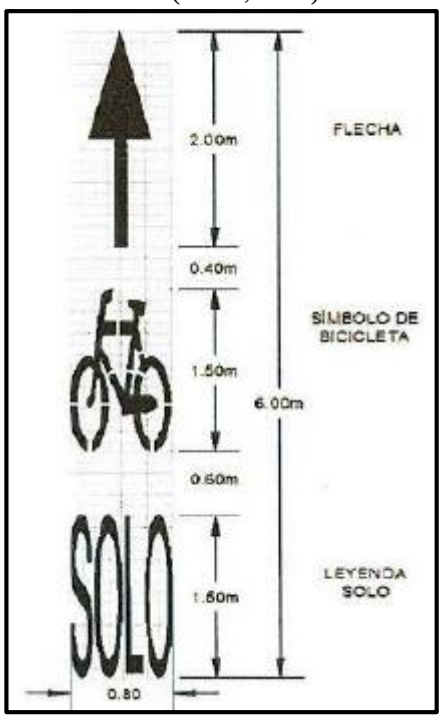


Figura 201: Colocación de señalización horizontal.
Fuente: (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

4.6.2.1 Ciclovía segregada

Como se mencionó anteriormente las ciclovías va a ser señalizada por líneas de delimitación y símbolos en el pavimento por lo que cabe recalcar que se tiene tres tipos de infraestructura para esta señalización:

- **Señalización de ciclovía segregada para zona de rebase.**

Esta se ubica en toda la longitud de ciclovías excepto en donde se considere zona de rebase prohibida.

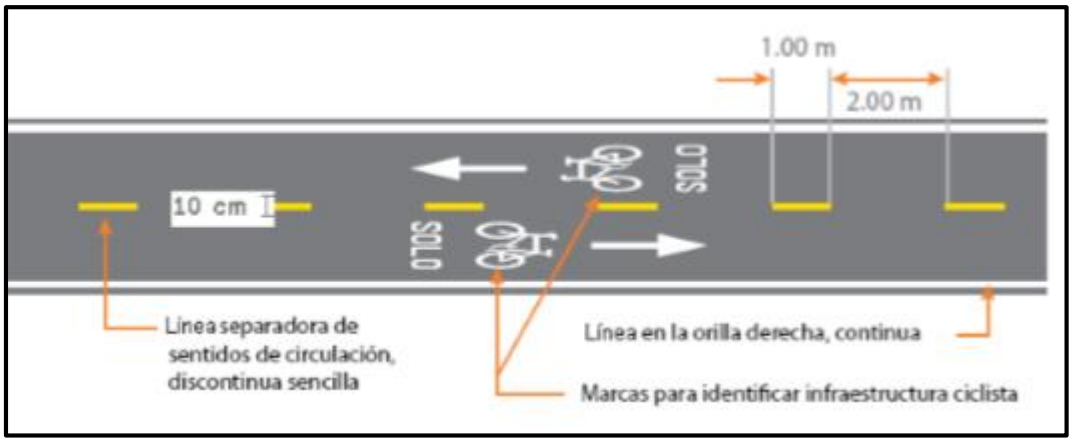


***Figura 202*:** Señalización horizontal en ciclovías bidireccionales con rebaso.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

- **Señalización ciclovía segregada para zona de rebase prohibida**

Se ubican en las curvas riesgosas y en lugares de poca visibilidad como en la baja del Parque Metropolitano del Sur hasta Conocoto donde existe mucha vegetación y hay poca visibilidad que hace riesgoso el rebasar.

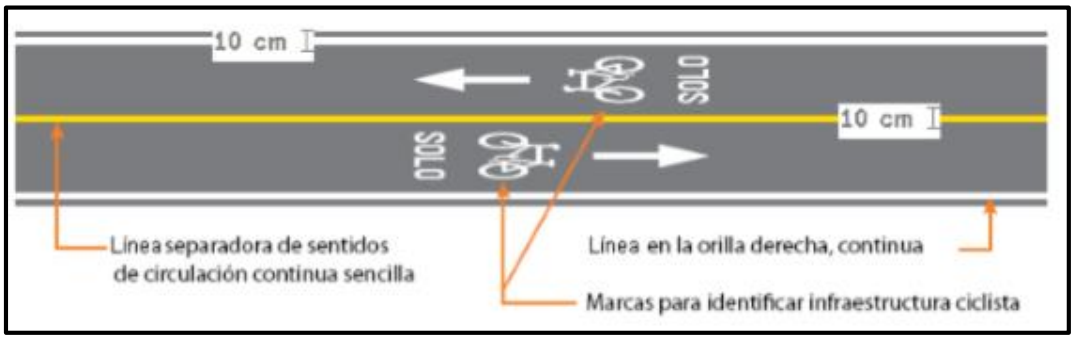


Figura 203: Señalización horizontal en ciclovías bidireccionales sin rebaso.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

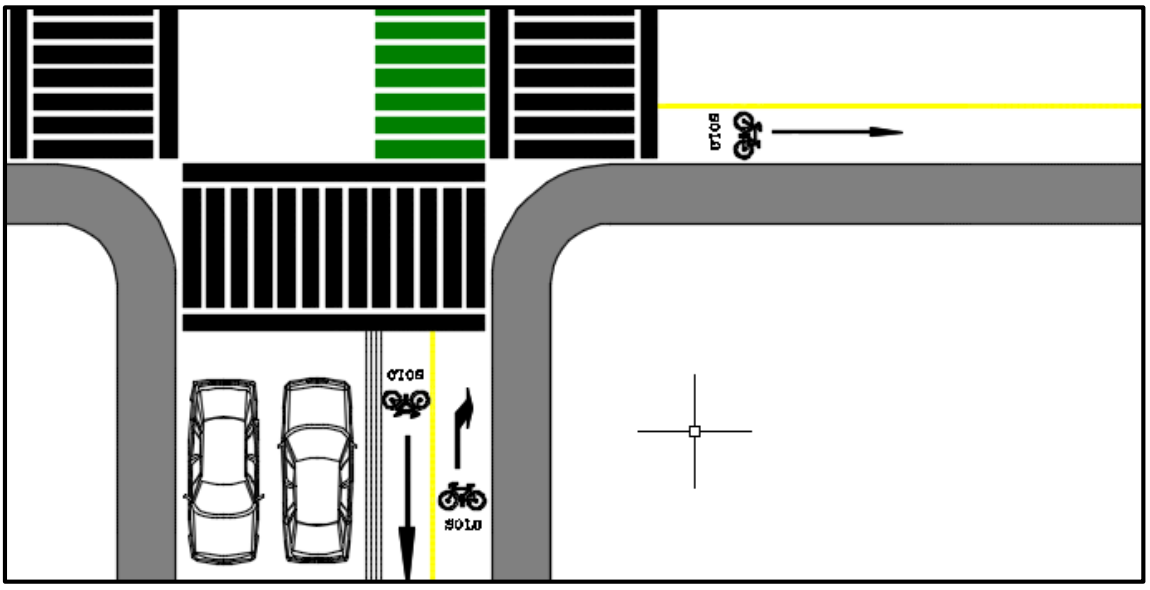


***Figura 204*:** Ejemplo de señalización horizontal en el proyecto.

- **Señalización ciclovías en aproximación a intersecciones**

Este tipo de señalización se encuentra en las cercanías de las intersecciones en especial las que son entre vías de acceso y entre vías de acceso y vías colectoras, donde la regulación es mediante señalización vertical por ejemplo con pares o ceda el paso.

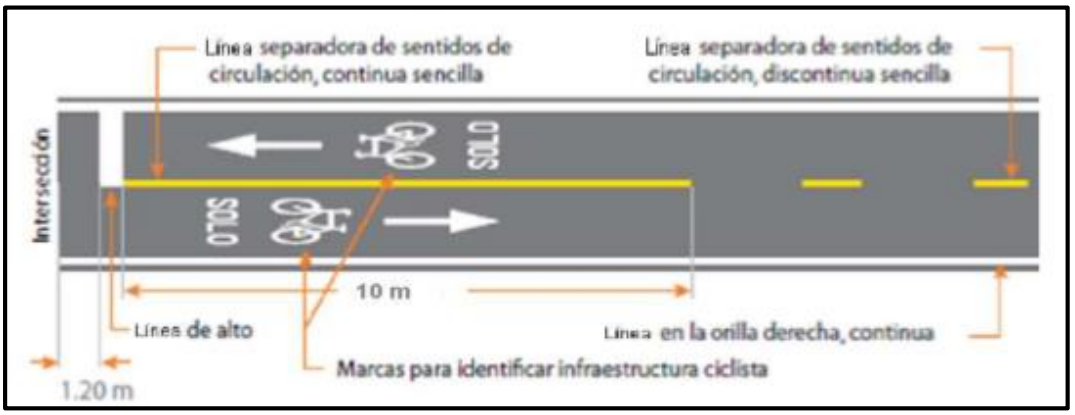


Figura 205: Señalización horizontal en intersecciones.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

4.6.2.2 Ciclovía compartida

En la ciclovía se tiene dos casos en los que se debe colocar señalización de ciclovía compartida, es decir que estará junto al tráfico vehicular, esta señalización se la realiza con un pictograma de bicicleta conjuntamente con 2 chevrones como se muestra en le figura 200 y se las colocará cada 100 metros en las vías antes mencionadas.

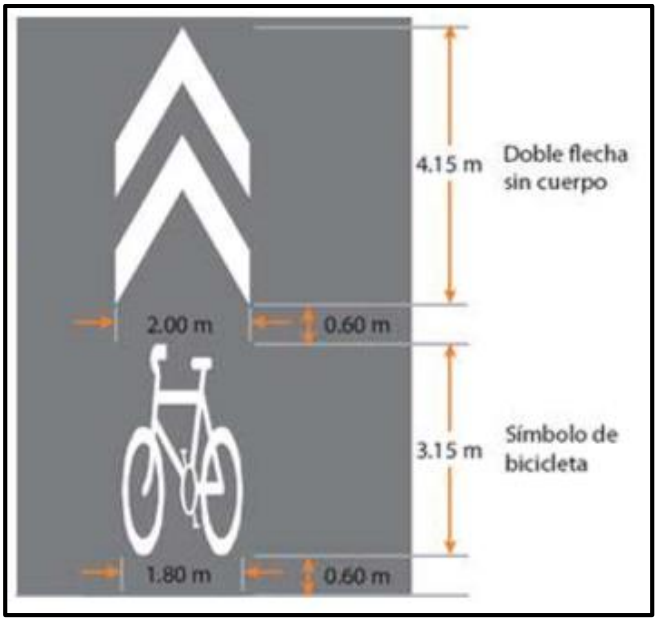


Figura 206: Señalización en ciclovías compartidas.
Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

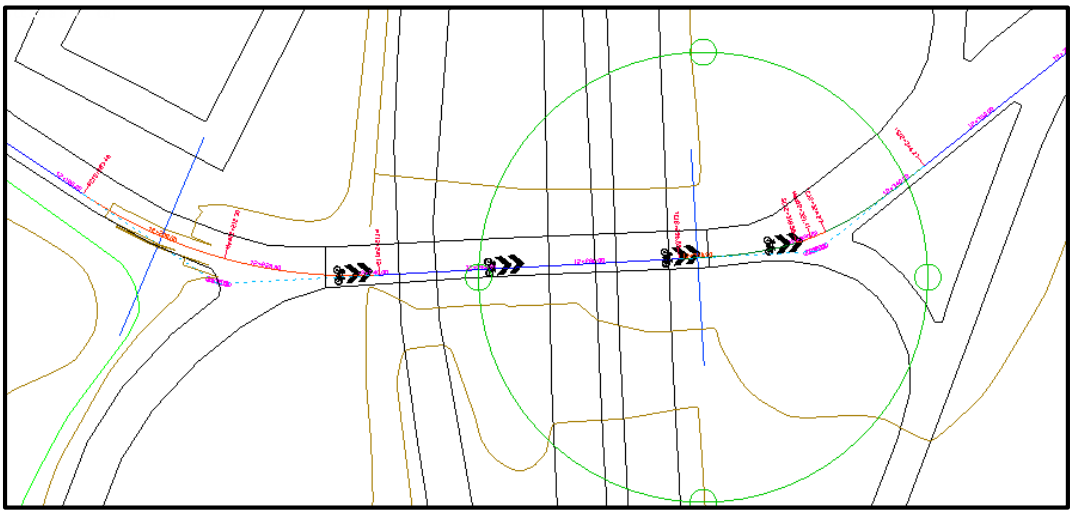


Figura 207: Ciclovía compartida en el Proyecto.

4.6.2.3 Ciclovía en espaldón

Se denomina carril bici, pero adaptado al espaldón de las carreteras y vías que cuenten con espaldón. Idealmente van acompañadas de bandas sonoras laterales para proporcionar mayor seguridad. En el presente proyecto dos vías se encuentran en espaldón: la Av. Gribaldo Miño y la Av. Lola Quintana ya que su flujo vehicular está separado por un parterre y por ende vías que se dirigen en direcciones por separado. Esta vía es de ancho de 1,50 m y se colocara marcas en el pavimento de la misma manera como se indicó en las ciclovías segregadas con la diferencia que ahora son unidireccionales y estas marcas se colocarán en las intersecciones y cada 100m de longitud. (INEN, 2013)

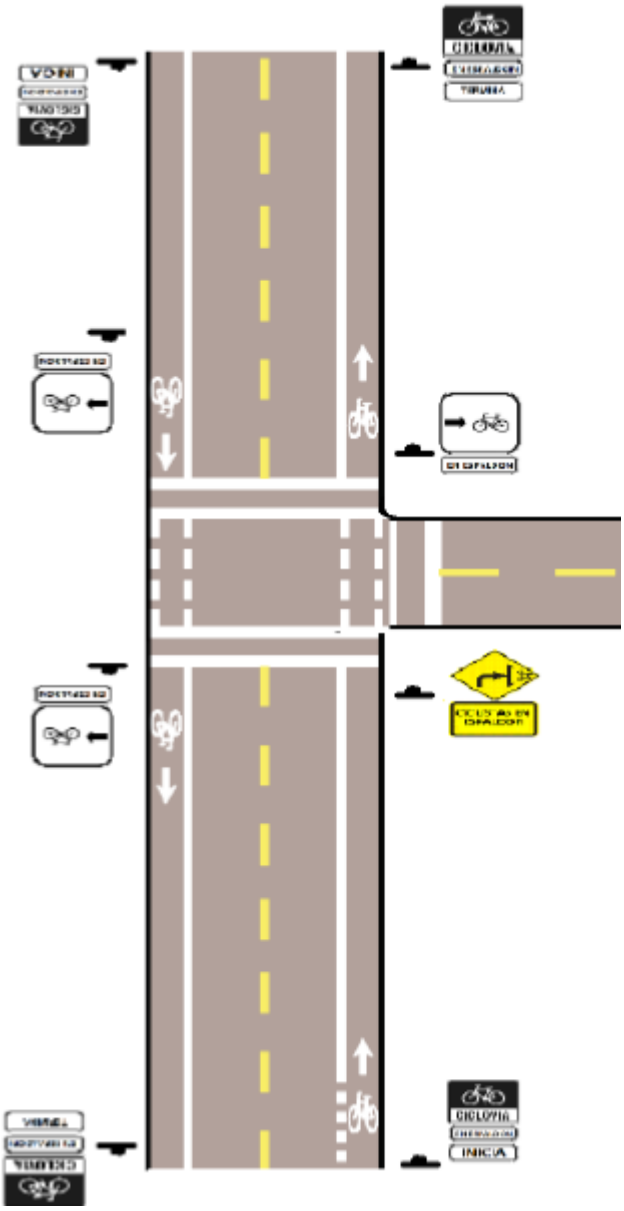


Figura 208: Esquema de señalización horizontal y vertical en una intersección y vías.
Fuente: (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

4.6.3 Dispositivos complementarios para la señalización de ciclovías

Los dispositivos para el control de tránsito juegan un papel fundamental para el desarrollo de una vía segura, útil y atractiva para las bicicletas. Principalmente tienen el propósito de dar un espacio seguro y visible a todos los usuarios de las vías. (INEN, 2013)

En la normativa (INEN, 2013), menciona que estos dispositivos deben ser instalados respetando las dimensiones mínimas de separación entre ciclovías y elementos continuos/ discontinuos del mobiliario público, así como, los anchos mínimos de todo tipo de infraestructura ciclística, en este proyecto el ancho adoptado para cada carril de ciclovía es de 1.50m que es lo recomienda la normativa sin embargo el mínimo es de 1.20m. Todo con el fin de garantizar un evitar la invasión de este espacio por parte de vehículos motorizados dando así una exclusividad.

4.6.3.1 Separadores viales

En este proyecto se va a utilizar los separadores tipo tachón y los separadores tipo delineador abatible que serán descritos a continuación. (INEN, 2013)

- **Separadores viales tipo tachón**

Este tipo de separadores en el presente proyecto se colocará en vías donde no existe un alto tráfico vehicular, específicamente se utilizará en calles locales, es decir vías de acceso a barrios urbanos, en la figura 203 se muestra como se colocan y en la tabla 91se indica especificaciones mínimas de este tipo de separadores.

Figura 209: Separadores tipo tachón en ciclovías.
Fuente: (INEN, 2013)

Tabla 92

Especificaciones para los separadores tipo tachón.

Especificaciones	Capacidad
Alto 40mm	27 Toneladas
Ancho 200mm	+- 50 Toneladas Deformación Sin Fractura con recuperación de 10% bajo carga de 96 toneladas
Largo 120mm	1090 kg/cm2 sin mostrar desgarre
Colocación cada 250mm	Presión de 3.250 kg/cm2 sin Mostrar fracturas

Fuente: (INEN, 2013)

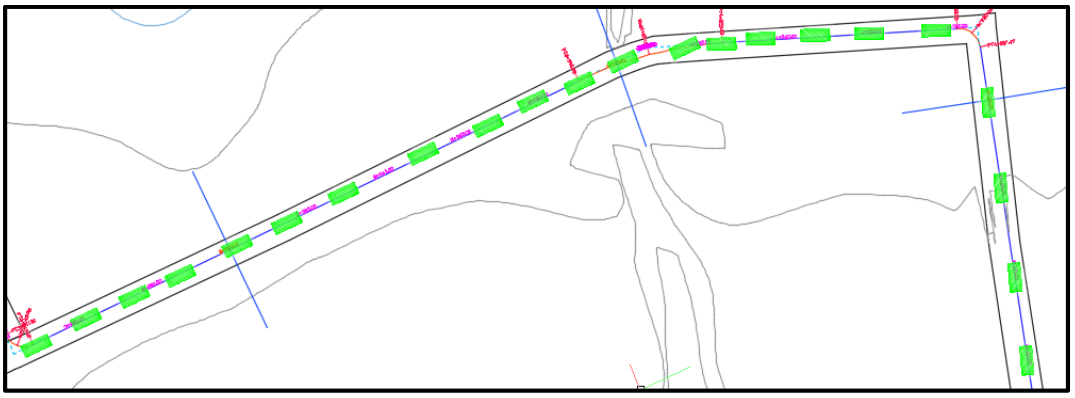


Figura 210: Ubicación de separadores tipo tachón en vías de trafico medio y bajo.

- **Separadores viales tipo delineadores abatibles**

Este tipo de separadores están compuestos con un tubo PVC con bandas refractivas, en el presente proyecto se las colocará para la separación de las vías unidireccionales en las avenidas Gribaldo Miño y Lola Quintana que es de vital importancia que se visibilice mejor la circulación de los ciclistas y así proporcionar mayor seguridad, estos serán colocados a una distancia de 1.50m de eje a eje, en la figura 205 se muestra la forma de este tipo de separadores.

Figura 211: Separadores tipo delineadores Abatibles.
Fuente: (INEN, 2013)

Tabla 93
Especificaciones de separadores tipo delineadores abatibles.

Especificaciones	**Resistencia**
Altura mínima 750mm	350 impactos a 45 km/h
Diámetro 750-100mm	A la temperatura (60° C)
Ancho de la base 100-200mm	A la decoración
Colocación en intersecciones	

Fuente: (INEN, 2013)

***Figura 212*:** Separadores tipo delineadores abatibles en Av. Gribaldo Miño

4.6.4 SEMAFORIZACIÓN

En el presente proyecto como se ha menciono en el ítem de intersecciones existen 8 intersecciones cuya regulación o control se lo realiza mediante semáforos que, si bien no es al 100% efectiva, pero funciona muy bien, aclarando que se debe realizar algunos ajustes como por ejemplo sincronizar con los semáforos de peatones y ciclistas con los vehiculares, dejando de 3 a 5 segundo de preferencia para el arranque de ciclistas. (INEN, 2013)

A continuación, se enlista las avenidas donde se encuentras las intersecciones y cabe mencionar que el control con reductores de velocidad no funcionaría debido a que el flujo vehicular es bastante

considerable y que no existe mucho espacio para un redondel, es por eso que se toma como mejor opción la regulación con semáforos.

- Av. Lola Quintana y Av. Simón Bolívar
- Av. Ilaló y Av. Gribaldo Miño
- Av. Simón Bolívar y Av. Eugenio espejo
- Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Hermano Miguel
- Vía Amaguaña-Conocoto y Av. Marquesa de Solanda
- Unión de Av. Lola Quintana y Paso a desnivel
- Av. Charles Darwin y Av. Luis Felipe Borja
- Av. Luis Felipe Borja y Av. Sebastián de Benalcázar

4.6.4.1 Tipos de semáforos

Se ha considerado que para el presente proyecto se utilice dos tipos de semáforos: los de control vehicular y los de control peatonal.

- **Semáforos vehiculares:**

De forma estándar están compuestos por 3 módulos que conforman una unidad, sin embargo, cuando se requiere virajes, se pueden acoplar tres módulos más hasta obtenerse un máximo de 6 módulos que conforman una nueva unidad como se muestra en la figura 207 (INEN, 2013).

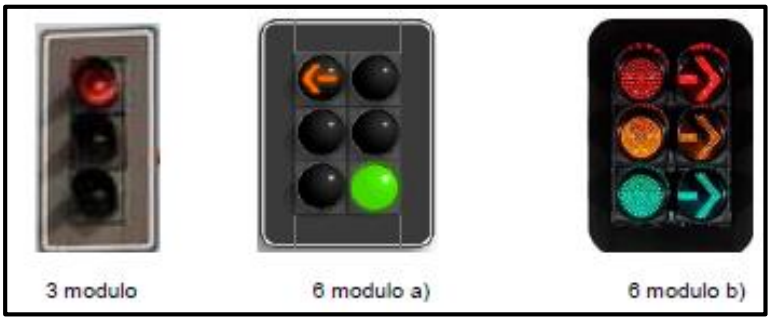


Figura 213: Semáforos para vehículos motorizados.
Fuente: (INEN, 2013)

Colores de luces de los semáforos vehiculares:

Luz roja fija.- significa que el tránsito vehicular al frente de esta luz debe detenerse atrás de la línea de pare. (INEN, 2013)

Luz amarilla o ámbar fija.- indica que el derecho de paso dado por la luz verde se termina y que la luz roja se encenderá inmediatamente, en otras palaras esta señal indica que los conductores deben reducir a velocidad y prepararse para detenerse. (INEN, 2013)

Luz verde fija.- Esta señal indica que el transito al frente de la luz tiene el paso de circulación y puede girar a la derecha o izquierda siempre y cuando no se tenga una señal vertical que indique la prohibición de estos virajes. (INEN, 2013)

- **Semáforos peatonales:**

A la par de los semáforos para vehículos se debe también colocar semáforos para el tránsito de peatones ya que son los más vulnerables de las vías y deben tener prioridad, en especial en intersecciones y su cruce será mientras el semáforo de vehículos este en color rojo (INEN, 2013). Para este tipo de semáforo se tiene las siguientes imágenes:

Imagines dinámicas. - representadas por imágenes en movimientos y conteos regresivos (INEN, 2013). Que es la más utilizada en la ciudad de quito por ende es la que se utilizara en el proyecto.

Imágenes fijas. - representados por la figura del hombre caminando en color verde y en la figura de la mano en señal de pare u hombre parado en color rojo. (INEN, 2013)

***Figura 214*:** Semáforos peatonales.
Fuente: (INEN, 2013)

En nuestro proyecto se utilizará lentes de 200mm ya que la normativa recomienda que para velocidades iguales o menores a 60 km/h se utilice este tamaño (INEN, 2013).

Las señales de arranque y maniobra normalmente se requiere que sean visibles a distancias pequeñas que raramente superan los 40m, por lo que generalmente semáforos con lentes de 200mm son adecuados como los que se usaran en el proyecto. (INEN, 2013)

- **Número mínimo de exhibición de luces. -**

En el presente proyecto se utilizará un semáforo por cada sentido tanto para semáforos peatonales como peatonales, esto se debe a que las intersecciones no son de gran tamaño y con un semáforo por sentido sería suficiente, pero se los debe colocar en lugares donde la visibilidad sea muy buena. En intersecciones en donde por la geometría vial, características físicas, anchos de aproximación u otros actores, restringen las funciones provistas por solamente tres exhibiciones, puede ser necesario semáforos adicionales, pero siempre teniendo en cuenta que demasiados semáforos podrían confundir a los conductores. (Cabrera, Respositorio UCE , 2015)

4.6.4.2 Postes de semáforos

La normativa (INEN, 2013), menciona que existen 4 tipos de postes:

- Vehicular
- Peatonal
- Báculo o ménsula
- Botonera

En la figura 209 se indica como debe ser el anclaje de los postes y para esto debe disponer de placas soldadas en la base como se muestra. (INEN, 2013)

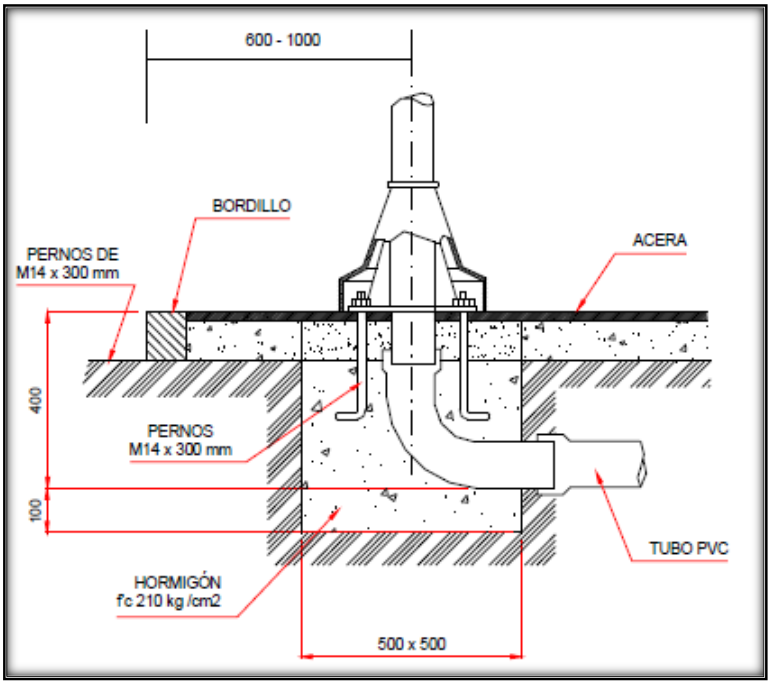


***Figura 215*:** Anclaje de postes para semáforos.
Fuente: (INEN, 2013)

Los tipos de postes que se utilizarán son los recomendados por la normativa (INEN, 2013), cumpliendo con las especificaciones. En la figura 210 se indica cómo sería la estructura con poste

de báculo o ménsula que sería la mejor opción para las intersecciones de la Av. Ilaló-Av. Gribaldo Miño y para la Av. Lola Quintana-Av. Simón Bolívar.

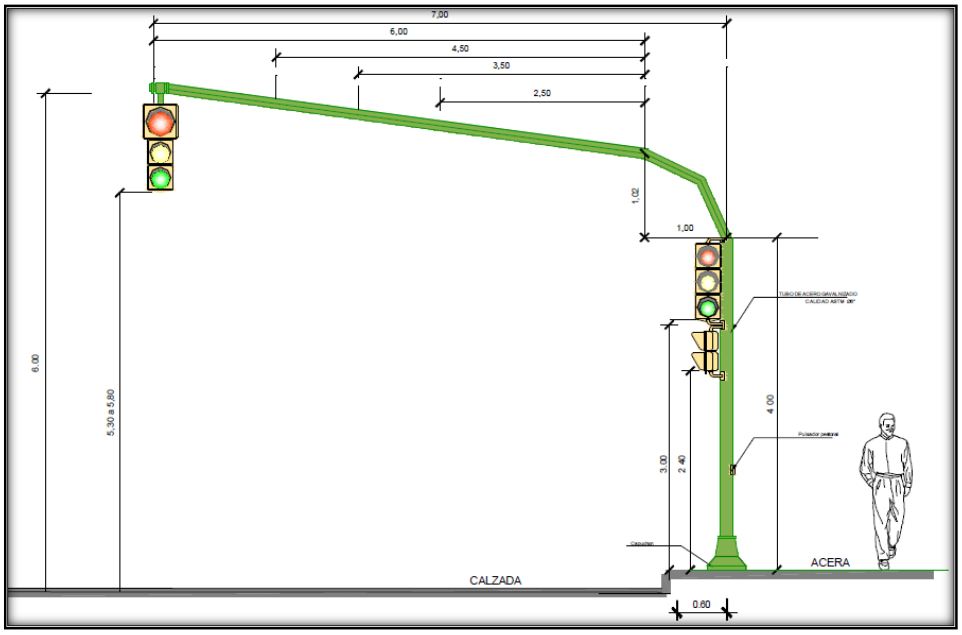


***Figura 216*:** Estructura de semáforos con poste de báculo o ménsula.
Fuente: (INEN, 2013)

4.7 CANTIDADES Y PRESUPUESTO

Una vez realizado el estudio técnico completo de la ciclovía, se procede a realizar un presupuesto en función al diseño realizado tanto de la ciclovía como de las obras complementarias para lo cual se dispone de:

- Diseño geométrico
- Diseño de obras de drenaje
- Diseño de puente Av. Amaguaña-Conocoto
- Señalización

- Movimiento de tierras
- Especificaciones técnicas de construcción

4.7.1 Rubros y cantidades de obra

4.7.1.1 Rubros

El (MTOP M. d., 2003) en el libro de especificaciones generales para la construcción de Caminos y Puentes define al rubro es el "concepto de trabajo" (o trabajo específico), el servicio, la actividad o el bien, para el cual se han definido unidades de medida, calculado cantidades y previsto una compensación de pago.

En la tabla 93 se indica los rubros con los que se va a realizar el presupuesto del proyecto basándose en la normativa ya mencionada.

Tabla 94
Rubros para obras viales.

MOVIMIENTO DE TIERRAS	
SECCION 301	Operaciones preliminares
SECCION 301	Desbroce, desbosque y limpieza
SECCION 301	Excavación y relleno
SECCION 301	Excavación y relleno para estructuras
SECCION 301	Acabado de obra básica
SECCION 301	Transporte
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
SECCION 301	Mejoramiento de la subrasante
SECCION 301	Bases
SECCION 301	Capas de rodadura

CONTINUA→

ESTRUCTURAS	
SECCION 301	Hormigón estructural
SECCION 301	Acero de refuerzo
INSTALACIÓN DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO	
SECCION 301	Alcantarillas de tubo de hormigón armado
INSTALACIONES PARA CONTROL DE TRANSITO Y USO DE LA ZONA DEL CAMINO	
SECCION 301	Marcas permanentes de pavimento
SECCION 301	Semáforos y sistemas de iluminación
SECCION 301	Señales al lado de la carretera

Fuente: (MTOP M. d., 2012)

4.7.1.2 Cantidades de obra

Una vez indicado los rubros que se utilizaran en el proyecto, se debe identificar que unidades va a tener cada uno de los rubro según las especificaciones técnicas del (MTOP M. d., 2003), , y posteriormente se debe realizar el cálculo de las cantidades que necesita cada rubro e identificar que materiales se necesita.

A continuación, se presenta el cálculo de cantidades de obra como ejemplo de algunos rubros, el resto se presenta en el Anexo 8.

Cálculo de movimiento de tierras

El cálculo del volumen de tierras del proyecto se lo estimó con la ayuda de un software de tipo CAD para el diseño de vías y que nos proporciona esta información adicionalmente. Este software utiliza varios métodos para el cálculo de este volumen, pero el más conocido y usado es el método

de áreas el cual consiste en sacar un promedio de las áreas de dos perfiles y multiplicarlo por la distancia entre los perfiles, si este método se lo hace manualmente la distancia entre perfiles no debe exceder de 20m. (Arias, 2017)

El (MTOP M. d., 2003), presenta una formula simple que corresponde a una aproximación de la expresión del cálculo del cuerpo denominado prismatoide.

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} * d \qquad (62)$$

Donde:

S1 y S2= áreas de perfiles transversales entre línea de terreno y del proyecto

d=distancia entre los perfiles transversales.

Como se mencionó anteriormente la estimación de volumen para movimiento de tierras se lo realizó con un software de tipo CAD, para lo cual se realizó previamente el diseño del alineamiento horizontal y vertical según normativas y posteriormente se insertó las secciones típicas para finalmente proceder al cálculo de movimiento de tierras.

En la siguiente figura se indica los resultados que proporciona el software, como son el área de corte o desmonte y relleno en m2, así como también los volúmenes en m3.

Volumen total en P.K. 15+396.38	
área de desmonte	1.30
área de terraplén	0.05
Vol. desmonte	302.99
Vol. terraplén	2.24
Vol. desmonte acum.	145330.20
Vol. terraplén acum.	118834.41
Volumen neto	26495.80

Figura 217: Volumen de corte y relleno proporcionado por Software tipo CAD.

Por lo tanto, se tiene:

$$Volumen\ de\ corte = 145330.20\ m3$$

$$Volumen\ de\ relleno = 118834.41\ m3$$

Transporte de material de mejoramiento

Volumen a transportar= 17779.548 m3

Distancia a la mina=27.70 km (Cantera de Pintag hasta el centro de gravedad del proyecto que se le aproximo hasta la Administración Los Chillos)

$$T = 17779.547\ m3 * 27.70km = 492493.48\ m3 - km$$

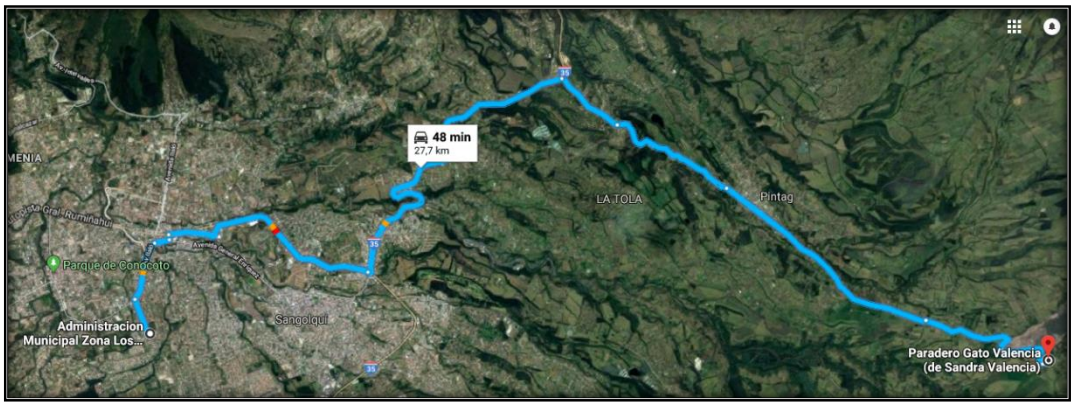


Figura 218: Distancia de la Cantera de Pintag hasta el proyecto.
Fuente: Google Maps

En la siguiente tabla se presenta las cantidades de obra calculadas para el prsente proyecto:

Tabla 95
Rubros y cantidades de obra del Proyecto.

	RUBRO :	UNIDAD	CANTIDAD
A	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**		
302-1	Desbroce-desbosque y limpieza	Ha	7,70
303-2(2)	Excavación en suelo	m^3	159186,94
309-6(2)	Transporte de material de mejoramiento de la subrasante (D= 27,7 km)	m3-km	492493,48
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con material seleccionado	m^3	17779,55

CONTINUA→

B	**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**		
308-2(1)	Acabado de la obra básica existente	m2	76981,90
404-1	Base granular clase 2	m3	11621,19
309-6(5)	Transporte de base (D= 27,7 km)	m3-km	321906,90
405-6	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e=5cm)	m2	47112,92
309-6(4)	Transporte de material de capa de rodadura (D=27,7km)	m3-km	65251,40
405-1(1)	Asfalto Mc 250 para Imprimación	Lt	94225,85
406-6	Capa de sellado	m2	47112,92
C	**OBRAS DE ARTE MENOR**		
307-3(1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	2573,02
503(3)	Hormigón estructural de cemento portland clase C para cunetas laterales (f´c=180 kg/cm2)	m3	1183,17
503(2a)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Muros de Ala (f´c=210 kg/cm2)	m3	107,39
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Aceras (f´c=210 kg/cm2)	m3	1792,99
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Bordillos (f´c=210 kg/cm2)	m	806,85
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Losa y Estribo de puente (f´c=240 kg/cm2)	m3	88,70
601-(1A)	Suministro e instalación de tubería de Hormigón Armado D=0,80m	m	72,00
601-(1B)	Suministro e instalación de tubería de Acero Armico galvanizado D=2,60m	m	60,00
504-(1A)	Acero de refuerzo (Muros de Ala) fy=4200 kg/cm2	kg	9300,95
504-(1B)	Acero de refuerzo (Losa y Estribo de puente) fy=4200 kg/cm3	kg	3514,60
504-(1C)	Vigas de Acero 30x60x20mm A36	kg	2075,04
606-(2)3	Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	U	171,00
D	**SEÑALIZACIÓN**		
D1	**SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**		
705-1a	Marcas de pavimento (Pintura amarilla y blanca/acrílica/ancho=10cm)	m	15396,38
705-1b	Marcas de pavimento (Pintura amarilla y blanca/acrílica/ancho=15cm)	m	30792,76
705-1c	Marcas de pavimento (símbolos, letras, flechas)	U	154,00

CONTINUA→

705-1d	Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva de 143x115x19mm/color verde/tipo tachón)	U	18539,00
D2	**SEÑALIZACIÓN VERTICAL**		
703-4	Protección lateral maciza de hormigón armado	m	1132,29
708-5a	Señales al lado de la carretera regulatorias (RC)	u	224,00
708-5b	Señales al lado de la carretera preventivas (PC)	u	89,00
708-5c	Señales al lado de la carretera informativas (IC)	u	46,00
901-1	Reductor de velocidad	u	26,00
704-9	Delineadores Abatibles	u	1007,00
D3	**SEMAFORIZACIÓN**		
706-1a	Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incl. UPS	u	8,00
706-1b	Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales	u	32,00
706-1c	Semáforos de 2 módulos 12" animados para pasos peatonales, en policarbonato y con lámparas de leds	u	32,00
706-1d	Semáforos de 3 módulos 12" vehiculares en policarbonato y con lámparas de leds	u	32,00
706-1e	Poste de semáforo para vehículos de 10mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	u	32,00
706-1f	Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo	u	32,00
706-1g	Basamento de hormigón para regulador de 12 fases	u	8,00
706-1h	Basamento de hormigón para columna vehicular y peatonal	u	64,00
706-1i	Instalación de poste tipo columna vehicular o peatonal	u	64,00
D4	**MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIETALES**		
229-1	Indemnización de predios	m2	16200,00

4.7.1.3 Especificaciones técnicas

El (MTOP M. d., 2003), en el libro de “especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” presenta los las especificaciones técnicas para cada rubro antes mencionado, los mismos que se usa para el presente proyecto. Se denomina especificaciones técnicas a aquellos documentos que definen el procedimiento que se deben aplicar en el proyecto y de estas depende la fiscalización de cualquier trabajo por parte del dueño del proyecto.

4.7.1.4 Análisis de Precios Unitarios

En el análisis de precios unitarios intervienen los costos directos e indirectos, para el presente proyecto se considera un 20% de costos directos como costos indirectos que es lo recomendable, por ende, en este proyecto se realizara el estudio únicamente de los costos directos (Arias, 2017).

Existen tres factores que intervienen en análisis de costos directos:

Equipo. - el precio se toma de la revista Construcción de la Cámara de la Industria de la Construcción(CAMICOM), así como manuales de maquinarias de empresas constructoras.

Materiales. - de la misma manera se tomó de la revista Construcción del año 2017

Mano de obra. - el costo de mano de obra se basa en salarios mínimos por ley que nos indica la Contraloría General del Estado.

A continuación, se presenta un ejemplo y formato del análisis de precios unitarios y en el Anexo 9 se presentan todos los rubros.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : *Excavación en suelo* **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales	1,00	0,01	0,01	0,0143	0,000
Minicargador de ruedas CATERPILLAR 242B3-252B	1,00	22,50	22,50	0,0143	0,321
Volqueta HINO GH 8M3	1,00	25,00	25,00	0,0143	0,357
Excavadora de oruga HYUNDAI 220	1,00	47,00	47,00	0,0143	0,671
SUBTOTAL M					1,350

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Residente de obra	0,80	3,93	3,15	0,0143	0,04
Peón	0,60	3,49	2,09	0,0143	0,03
Retroexcavadora	1,00	3,92	3,92	0,0143	0,06
Chofer: Volquetas (C1)	1,00	5,13	5,13	0,0143	0,07
Operador miniexcavadora/minicargadora con s	1,00	3,73	3,73	0,0143	0,05
SUBTOTAL N					0,26

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
				-
				-
SUBTOTAL O				-

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				-

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		1,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES %:	0%	-
OTROS INDIRECTOS %:	20,00%	0,32
COSTO TOTAL DEL RUBRO (CD+CI):		1,93
VALOR OFERTADO:		2,00

Figura 219: Análisis de precio unitario del rubro excavación en suelo.

4.7.1.5 Presupuesto

Tabla 96

Presupuesto del proyecto.

Código	RUBRO :	UNIDAD	P. UNIT	CANTIDAD	VALOR TOTAL
A	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
302-1	Desbroce-desbosque y limpieza	Ha	$ 1232,00	7,70	$ 9484,17
303-2(2)	Excavación en suelo	m^3	$ 2,00	159186,94	$ 318373,88
309-6(2)	Transporte de material de mejoramiento de la subrasante (D= 27,7 km)	m3-km	$ 1,00	492493,48	$ 492493,48
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con material seleccionado	m^3	$ 6,80	17779,55	$ 120900,93
B	**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**				
308-2(1)	Acabado de la obra básica existente	m2	$ 0,30	76981,90	$ 23094,57
404-1	Base granular clase 2	m3	$ 21,00	11621,19	$ 244044,94
309-6(5)	Transporte de base (D= 27,7 km)	m3-km	$ 1,00	321906,90	$ 321906,90
405-6	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e=5cm)	m2	$ 8,70	47112,92	$ 409882,43
309-6(4)	Transporte de material de capa de rodadura (D=27,7km)	m3-km	$ 0,60	65251,40	$ 39150,84
405-1(1)	Asfalto Mc 250 para Imprimación	Lt	$ 0,70	94225,85	$ 65958,09
406-6	Capa de sellado	m2	$ 0,70	47112,92	$ 32979,05
C	**OBRAS DE ARTE MENOR**				
307-3(1)	Excavación para cunetas y encauzamientos	m3	$ 1,30	2573,02	$ 3344,92
503(3)	Hormigón estructural de cemento portland clase C para cunetas laterales (f´c=180 kg/cm2)	m3	$ 102,00	1183,17	$ 120683,32
503(2a)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Muros de Ala (f´c=210 kg/cm2)	m3	$ 113,30	107,39	$ 12167,70
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Aceras (f´c=210 kg/cm2)	m3	$ 105,70	1792,99	$ 189519,25
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Bordillos (f´c=210 kg/cm2)	m	$ 34,70	806,85	$ 27997,57
503(2b)	Hormigón estructural de cemento portland clase B para Losa y Estribo de puente (f´c=240 kg/cm2)	m3	$ 118,90	88,70	$ 10546,19

CONTINUA→

601-(1A)	Suministro e instalación de tubería de Hormigón Armado D=0,80m	m	$ 127,40	72,00	$ 9172,80
601-(1B)	Suministro e instalación de tubería de Acero Arimco galvanizado D=2,60m	m	$ 200,00	60,00	$ 12000,00
504-(1A)	Acero de refuerzo (Muros de Ala) fy=4200 kg/cm2	kg	$ 25,40	9300,95	$ 236244,13
504-(1B)	Acero de refuerzo (Losa y Estribo de puente) fy=4200 kg/cm3	kg	$ 20,60	3514,60	$ 72400,76
504-(1C)	Vigas de Acero 30x60x20mm A36	kg	$ 21,70	2075,04	$ 45028,37
606-(2)3	Rejilla de hierro fundido, galvanizada, incluye bisagra	U	$ 77,30	171,00	$ 13218,30
D	**SEÑALIZACIÓN**				
D1	**SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**				
705-1a	Marcas de pavimento (Pintura amarilla y blanca/acrílica/ancho=10cm)	m	$ 2,60	15396,38	$ 40030,59
705-1b	Marcas de pavimento (Pintura amarilla y blanca/acrílica/ancho=15cm)	m	$ 2,60	30792,76	$ 80061,18
705-1c	Marcas de pavimento (símbolos, letras, flechas)	U	$ 35,10	154,00	$ 5405,40
705-1d	Marcas sobresalidas de pavimento (reflectiva de 143x115x19mm/color verde/tipo tachón)	U	$ 10,70	18539,00	$ 198367,30
D2	**SEÑALIZACIÓN VERTICAL**				
703-4	Protección lateral maciza de hormigón armado	m	$ 84,60	1132,29	$ 95791,73
708-5a	Señales al lado de la carretera regulatorias (RC)	u	$ 156,72	224,00	$ 35104,73
708-5b	Señales al lado de la carretera preventivas (PC)	u	$ 156,72	89,00	$ 13947,86
708-5c	Señales al lado de la carretera informativas (IC)	u	$ 156,72	46,00	$ 7209,01
901-1	Reductor de velocidad	u	$ 113,90	26,00	$ 2961,40
704-9	Delineadores Abatibles	u	$ 10,40	1007,00	$ 10472,80
D3	**SEMAFORIZACIÓN**				
706-1a	Regulador completo de semáforo para 2 a 12 grupos incl. UPS	u	$ 13498,10	8,00	$ 107984,80
706-1b	Sistema de pulsador de espera para pasos peatonales	u	$ 224,50	32,00	$ 7184,00
706-1c	Semáforos de 2 módulos 12" animados para pasos peatonales, en policarbonato y con lámparas de leds	u	$ 675,60	32,00	$ 21619,20

CONTINUA→

706-1d	Semáforos de 3 módulos 12" vehiculares en policarbonato y con lámparas de leds	u	$ 675,60	32,00	$ 21619,20
706-1e	Poste de semáforo para vehículos de 10mm de diámetro, en chapa de acero galvanizado con pintura y capuchón	u	$ 383,30	32,00	$ 12265,60
706-1f	Soporte sencillo de aluminio con fijación en dos puntos para semáforos, sobre columnas o báculo	u	$ 77,80	32,00	$ 2489,60
706-1g	Basamento de hormigón para regulador de 12 fases	u	$ 159,40	8,00	$ 1275,20
706-1h	Basamento de hormigón para columna vehicular y peatonal	u	$ 110,60	64,00	$ 7078,40
706-1i	Instalación de poste tipo columna vehicular o peatonal	u	$ 24,60	64,00	$ 1574,40
D4	**MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIETALES**				
229-1	Indemnización de predios	m2	$ 60,00	16200,00	$ 972000,00
	VALOR TOTAL DE LA OBRA				***$ 4475034,98***

4.8 Análisis de sensibilidad del proyecto

El análisis de sensibilidad es una herramienta que nos permite hasta qué punto puede el proyecto ser viable o no, frente a cambios en los ingresos y egresos del proyecto. (Arias, 2017)

En proyectos privados el análisis de sensibilidad se basa en la rentabilidad económica que ofrece a futuro la inversión, pero en el caso de proyectos públicos se debe analizar los beneficios sociales que ofrece la situación con proyecto frente a la situación sin proyecto, es por eso que se indicara varios beneficios sociales como ingresos del proyecto y los egresos del proyecto se obtendrá de un porcentaje de presupuesto para el mantenimiento en futuros años del proyecto. (Arias, 2017)

4.8.1 Beneficios cuantificados como ingresos.

Para la consideración del beneficio se utilizó el vehículo que sea más común entre la población, siendo el vehículo Aveo de Chevrolet, y se averiguo gastos por mantenimiento y cada que kilometraje se los debe hacer, esto se convertirá en los beneficios del futuro. Se toma porcentajes de la población entre 5% hasta 85% que es el porcentaje de las personas que están de acuerdo con la creación de la ciclovía, sin embargo, se toma el valor medio de 50% para el análisis de sensibilidad.

Tabla 97

Gastos de mantenimiento del vehículo estándar.

Gastos de Mantenimiento			
Mantenimiento incluye:	**N° km**	**Valor en $**	**Valor para 1km**
Cambio de aceite, filtro de motor y reajuste de suspensión	5000,00	56,00	0,0112
Alinear, balancear y rotar ruedas, cambio de filtro de aire, limpiar y lubricar mecanismos de puertas y ventanas - limpiar, revisar y regular frenos.	10000,00	70,00	0,0070
Cambio de llantas	60000,00	320,00	0,0053
Lavada	5000,00	15,00	0,0030

Tabla 98

Gastos de combustible para un 1 Km.

Gastos Combustibles			
N° Km	**N° galones**	**Valor por galón**	**Valor para 1km**
530	11	2,19	0,0455

Tabla 99

Ingresos totales generados.

Ingresos totales					
% de la población total 96915:		**1,00 Km**	**2,00 Km**	**4,00 Km**	**6,00 Km**
5,00	**4845,75**	127321,84	254643,67	509287,35	763931,02
20,00	**19383,00**	509287,35	1018574,70	2037149,40	3055724,10
50,00	**48457,50**	1273218,37	2546436,75	**5092873,50**	7639310,25
75,00	**72686,25**	1909827,56	3819655,12	7639310,25	11458965,37
85,00	**82377,75**	2164471,24	4328942,47	8657884,95	12986827,42

4.8.2 Cálculo del VAN.

El VAN (Valor Actual Neto), es un indicador financiero que mide los flujos de los ingresos y egresos futuros, es decir es un análisis futuro para determinar si el proyecto es viable, en otras palabras, el VAN representa la utilidad que obtiene el inversionista después de haber recuperado la inversión, obteniendo rentabilidad exigida. Cuando el valor es positivo significa que el proyecto es viable si es negativo el proyecto no es viable. (Martínez, 2003)

Para el cálculo del VAN se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = Inversión\ Inicial + \frac{FC_1}{(1+r)^1} + \frac{FC_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{FC_n}{(1+r)^n} \qquad (63)$$

Donde:

n= es el número de años que en el proyecto va a ser 10años

FC=flujo de caja = Ingresos – costo del proyecto

r= tasa de interés que para el proyecto se considera del 12%

Para el cálculo de VAN en el presente proyecto se toma como costos al mantenimiento de la misma que es del 5% del total del presupuesto que es de 4’475.034,98 dólares. También se considera un crecimiento de anual tanto para los ingresos como para los egresos de 3.35% que es la inflación anual prevista para el 2018 como se indica en la figura 214 (Arias, 2017)**.**

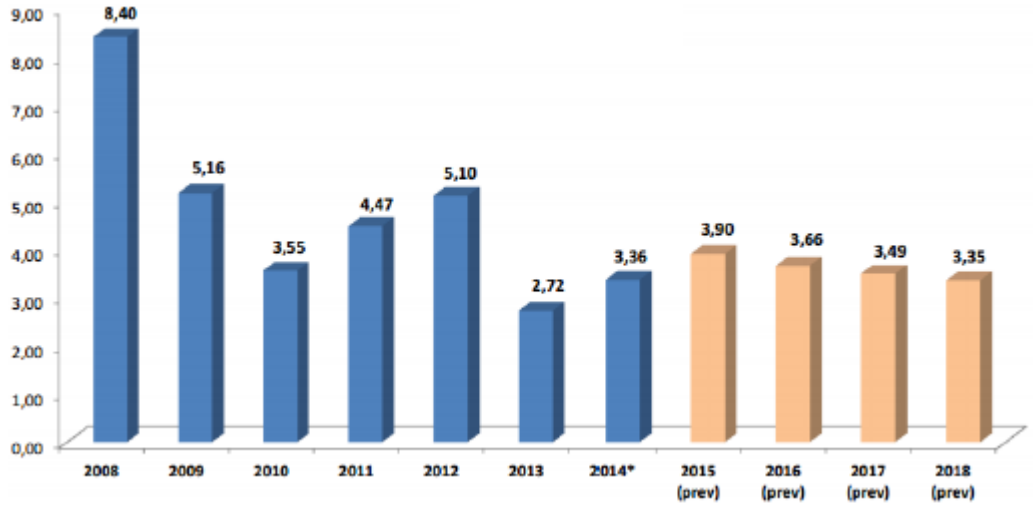


Figura 220: Inflación anual prevista.
Fuente: (Arias, 2017)

Se procede a calcular el VAN para el evento más favorable que es el calculado con los datos mencionados anteriormente:

Tabla 100

Cálculo del Flujo de caja y VAN.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos	5.092.873,5	5.263.484,8	5.439.811,5	5.622.045,2	5.810.383,7	6.005.031,6	6.206.200,1	6.414.107,8	6.628.980,4	6.851.051,3
Egresos	223.751,75	231.247,43	238.994,2	247.000,5	255.275,1	263.826,8	272.664,9	281.799,2	291.239,5	300.996,0
Tasa de interés	12									
Inversión inicial	4.475.034,98									
Flujo de caja	4.869.121,75	5.032.237,33	5.200.817,28	5.375.044,66	5.555.108,65	5.741.204,79	5.933.535,15	6.132.308,58	6.337.740,92	6.550.055,24

El Van = 26.617.793,81 dólares y al ser positivo es favorable para el proyecto.

Para el análisis de sensibilidad en si se realiza el mismo cálculo antes mencionado, pero con variaciones:

- Los ingresos se disminuirán anualmente 10% hasta llegar al 50%
- Los egresos o costos del proyecto se aumentará en un 10% hasta el 50%

Este VAN será el valor para el evento menos favorable del proyecto y esto se lo realiza con el fin de identificar hasta qué punto es viable el proyecto.

Tabla 101

Variación del VAN según ingresos y egresos.

	COSTO	10%	20%	30%	40%	50%
INGRESO	26.617.793,81	26.201.950,91	25.267.686,57	23.772.112,11	21.403.398,94	17.703.037,07
-10%	14.646.701,77	14.230.858,87	13.296.594,53	11.801.020,07	9.432.306,90	5.731.945,03
-20%	9.461.164,41	9.045.321,51	8.111.057,17	6.615.482,71	4.246.769,54	546.407,67
-30%	6.111.754,85	5.695.911,95	4.761.647,61	3.266.073,15	897.359,98	-2.803.001,89
-40%	3.871.069,97	3.455.227,07	2.520.962,73	1.025.388,27	-1.343.324,90	-5.043.686,77
-50%	2.307.879,18	1.892.036,28	957.771,94	-537.802,52	-2.906.515,69	-6.606.877,56

Como se puede observar cuando los ingresos disminuyen en un 40% y los costos aumenten en un 40% el proyecto deja de ser factible económicamente.

Se procede a calcular el costo de efectividad el cual permite estimar un costo social de lograr los resultados e impactos del proyecto de inversión pública. Para este cálculo se usa la siguiente formula: (Arias, 2017)

$$CE = \frac{VAN}{indicador\ de\ eficiencia}$$

Para el presente proyecto el indicador de eficacia es el 85% de la población que apoya a la implementación de la ciclovía (respuesta a la pregunta 6 de las encuestas), quienes serán os beneficiarios del proyecto.

$$CE = \frac{26'617.793{,}81}{0{,}85 * 96915}$$

$$\boldsymbol{CE = 323.12\ dol/hab}$$

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Al hacer el análisis de las encuestas realizadas se pudo verificar las personas dispuestas a utilizar el proyecto, es así como el 85% de 325 personas que se encuesto está a favor de la implementación del proyecto, el 55% la usaría diariamente y el 76% los fines de semana y feriado.
- El presente proyecto consta de tres partes: el estudio de prefactibilidad donde se verifica la aceptación de las personas hacia el proyecto, el estudio técnico de la ruta seleccionada y el análisis económico de la misma para posteriormente realizar el análisis de sensibilidad del proyecto, para verificar hasta qué punto es viable. En el primer paso se evaluó el nivel de compromiso de las autoridades de la parroquia y de la ciudadanía con el proyecto, es decir hasta qué punto se involucrarían y esto se lo realizo mediante encuestas y entrevistas, lo cual se refleja en el cuadro de involucrados en el Capítulo III.
- Se analizó dos alternativas para la ruta de ciclovía, pero las dos partían desde el Parque Metropolitano del Sur hasta el Parque Metropolitano de la Armenia, los parámetros que se tomó en cuenta para la selección fueron: tráfico en las vías que o componen, mayor número de lugares turísticos de recreación, un presupuesto referencial menor y menor gradiente en sus vías. La mejor opción fue la alternativa 1 que es una ciclovía en su mayoría segregada y en lugares donde el ancho no es mucho es compartida, se desarrolla en parte rural y urbana.

- Para el diseño de la ciclovía se utilizó una velocidad de diseño de 30km/h que recomiendan las normas citadas, con la cual se realizó el alineamiento horizontal con curvas circulares y espirales cuyo radio mínimo para la velocidad de 30ke es de 25m
- Para el alineamiento vertical se consideró que la pendiente de las tangentes debe ser de 6% recomendado, pero máximo del 10%, para así evitar el sobre esfuerzo de los ciclistas es por este motivo que se tienen un valor alto en cortes y rellenos.
- La sección típica de diseño considere dos tipos: la que se colocara en la zona rural que será una ciclovía segregada de 1.50m por carril, y la que se colocara en la zona urbana con un ancho de 1.50m por carril, la diferencia es que en la zona urbana se considera mayor señalización.
- Al ser analizada la alternativa 1 se obtiene un presupuesto de 4.475.034,98 dólares, considerando todas las obras a realizarse a lo largo de esta ciclovía que es de 15.4 km.
- Dentro de las obras que se consideró están obras de drenaje: cunetas y alcantarillas, un puente basado en normativas AASHTO LRFD 2005 al igual que las protecciones laterales que tienen un nivel de seguridad TL-4 las misma que se ubicó en vías de alto tráfico con el fin de resguardar la seguridad de ciclistas y peatones.
- Para el cálculo del VAN se consideró como ingresos el ahorro que tendría los usuarios de la ciclovía al dejar de utilizar el automóvil, y como egresos o costos del proyecto un valor por mantenimiento que para este proyecto es del 5% del presupuesto total. A la vez se consideró que solamente el 50% de la población utilizarían por lo menos 4km de la ciclovía diariamente y como resultado el VAN dio un valor de 26.617.793,81 siendo un valor favorable dólares lo cual indica que el proyecto es factible.

- Para el análisis de sensibilidad se tomó el caso menos favorable para el cálculo del VAN donde los ingresos disminuirían de 10% hasta 50% anualmente, mientras que los egresos aumentarían de 10% hasta 50% anualmente, con los cual se observó que el proyecto es viable hasta cuando los ingresos disminuyen en un 40% y los costos aumentan en un 40% ya que el valor del VAN da negativo.
- En el presente proyecto se consideró el cálculo del Costo-Efectividad donde se consideró el 85% (81527.75) de población que serían los principales beneficiarios del proyecto, dando como resultado 323.12 dol/hab, lo cual es un costo social que se daría en caso de lograr los resultados e impactos del proyecto de inversión pública.
- En cuanto a lo social se ha visto que las vías han sido realizadas pensando solo en vehículos motorizados cuando en realidad los usuarios más vulnerables son los peatones y ciclistas, es por esto la importancia de este proyecto en donde se da prioridad a los vehículos no motorizados, pero sin ocasionar demasiada molestia con los conductores de vehículos motorizados, en otras palabras lo que busca el presente proyecto es generar un convivencia vial entre todos los sectores de las vías es por esto que se ha realizado un análisis de los problemas y se presenta las soluciones en un árbol de objetivos.
- Para realizar la matriz de marco lógico en donde se encuentra ubicadas las actividades a realizarse para el desarrollo del proyecto, se hizo un análisis de alternativas de dos tipos: los de carácter social y de carácter técnico que es en donde se centra la tesis y obtuvo mayor puntaje con un 83.33%, donde se evidencia que el análisis técnico es de mayor importancia para este proyecto.

- El proyecto a consecuencia de los parámetros ya mencionados como, el cálculo del Van, el análisis de sensibilidad y el análisis técnico, se considera factible ya que todos las obras son comunes en diseños viales y su costo es bajo en comparación a vías grandes, sin embargo si el presupuesto de las entidades a cargo de la construcción del proyecto es menor a 4.475.034,98 dólares el proyecto pasaría a no ser viable, cabe mencionar que en el proyecto debido a su topografía existe un puente exclusivo para peatones y ciclistas lo cual no elevo considerablemente el presupuesto.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda un estudio profundo de ciclovías compartida, es decir que se considere a los ciclistas como un vehículo más en las vías y no como ahora se lo toma como un obstáculo que ocasiona tráfico.
- Se recomienda a las autoridades del sector realizar campañas para promover el uso de bicicletas y compartir los beneficios que tendría, para asi poder cambiar el pensamiento de las personas y motivándolas a dejar el sedentarismo y que utilicen la ciclovía no solo para deporte si no como medio de transporte que a la par es amigable con el medio ambiente.
- A las autoridades de control como la Agencia Metropolitana de Tránsito realizar mayor control en las vías como Av. Lola Quintana y Av. Gribaldo Miño ya que son las que mayor afluencia de vehículos tiene con el fin de que se respete las señales de tránsito.

- Exigir a los Gobiernos Autónomos descentralizados de la parroquia como el municipio y prefectura que se incluya en las avenidas la construcción de ciclovías ya que, en la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial menciona que ellos son los encargados.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1999). *Guide for the development of bicycle faciclities.* Washington.

AASHTO. (2005). *LRFD Bridge Design Specifications* (Tercera ed.). USA.

Acuña, R., Hernández, H., Jiménez, D., Zamora, J., & Loria, G. (2015). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica.* San José: LanammeUCR.

Agencia Pública de Noticias de Quito. (Abril de 2017). *EPMMOP continúa con trabajos de mitigación en la calle Charles Darwin*. Obtenido de Prensa Quito Alcaldía Web: http://prensa.quito.gob.ec/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=24883&umt=EPMMOP%20contin%FAa%20con%20trabajos%20de%20mitigaci%F3n%20en%20la%20calle%20Charles%20Darwin

Agencia Pública de Noticias de Quito. (Septiembre de 2017). *Municipio inició construcción del Colector en la Armenia.* Obtenido de Prensa Quito Alcaldía Web: http://www.prensa.quito.gob.ec/m/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=28171&umt=Municipio%20inici%F3%20construcci%F3n%20del%20colector%20en%20La%20Armenia

Arias, M. (2017). *Repositorio ESPE*. Obtenido de Estudio de prefactibilidad de una ciclovía en la Autopista General Rumiñahui: http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12900

BID. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: https://publications.iadb. org/handle/11319/6808?locale-attribute=es

Cabrera, V. (2015). *Respositorio UCE* . Obtenido de Estudio y Diseño de la Ciclovía Ballenita - San Pablo, para Recreación y Bienestar de los Usuarios de la Provincia de Santa Elena: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4457

Calderon, F. (2015). *Diseño Geométrico de una Red Vial de Ciclorutas en la Localidad de Suba.* Obtenido de Repositorio Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas: http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3249/2/DOCUMENTO%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Cernuschi, D. (2005). *Las Barandas en los Puentes Cerreteros: Estática y Estética.*

CIACUA, C. d. (2009). *Sumideros en alcantarillados de aguas lluvias. Diseños típicos utilizados en colombia y mecanismos de retención de sólidos.* Bogotá.

Comercio, E. (Marzo de 2015). *El Comercio*. Obtenido de Actualidad: http://www.elcomercio.com/actualidad/ciclistas-loschillos-bicicletas-movilidad-quito.html

CROW. (2011). *Manual de diseño para el tráfico de bicicletas.* Holanda.

DMQ, D. M. (2011). *Anexo Normas de Arquitectura y Urbanismo-ORD.172.* Quito.

Duque, E. (2015). *Rrpositorio PUCE.* Obtenido de Guia para Evaluar el Impacto del uso de Ciclorutas en el Ecuador: http://repositorio.puce.edu.ec

El Telégrafo. (16 de Mayo de 2016). *La parroquia Conocoto exige atención sobre 4 puentes*. Obtenido de El Telégrafo Web: http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/11/la-parroquia-conocoto-exige-atencion-sobre-4-puentes

Gainor, A., & Guano, M. (2012). *Resistencia de a cangahua en función de su composición mineralógica y contenido de humedad en dos sectores de Quito: sur y norte.* Quito.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia de Conocoto. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Conocoto.* Quito.

INAMHI, I. N. (1999). *Estudio de lluvias intensas.* Quito.

INEN, I. E. (2013). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 Parte 6. . *Señalización Vial*. Ecuador.

Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). *Ciclociudades: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas.* México.

Inter Tráfico. (2016). *Barrera de Bordillos.* Mexico: Billiard Project.

Martínez, C. (2003). *Repositorio UNAM.* Obtenido de Evaluación Financiera: www.economia.unam.mx

Mesias, J. F. (2014). *Repositorio ESPE.* Obtenido de Análisis de la implatación de las ciclovías y sistema BiciQ en la movilidad de Quito: https://repositorio.espe.edu.ec

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2011). Ley de Caminos. En M. d. Públicas, *Especial Ley de Caminos.* Dirección de Comunicación Social y Atención al Ciudadano.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile. (2015). *Vialidad Ciclo-Inclusiva.* Chile: División de Desarrollo Urbano.

MML, M. M. (1994). Guía para la circulación de ciclistas. Lima, Perú.

MTOP, M. d. (2003). *Normas de Diseño Geométrico.*

MTOP, M. d. (2012). CICLOVÍAS. *Una nueva alternativa de trasporte no motorizado*. Ecuador.

MTOP, M. d. (2012). *Norma Ecuatoriana Vial.* Ecuador.

Nataly, P., Frank, F., & David, A. (2015). *La Situación de la BIcicleta en Ecuador: avances, retos y ´perspectivas.* Quito.

Ocampo Andrade, C. P. (2013). *Repositorio ESPE*. Obtenido de Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, Cantón Quito, provincia de Pichincha: https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6829

Prieto, J., & Tipán, R. (Marzo de 2010). *Repositorio digital UPS.* Obtenido de Diseño Definitivo Comparativo del Puente de 60m de luz sobre el río Toachi en base a las Normas AASHTO estándar y LRFD: https://dspace.ups.edu.ec

Rodriguez, A. (2010). *Diseño de Puentes con AASHTO-LRFD.*