

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO CIVIL E
INGENIERA CIVIL**

**TEMA:
DISEÑO DEFINITIVO DE LA "AVENIDA PADRE CAROLLO" UBICADA
EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN QUITO, PARROQUIAS
QUITUMBE - TURUBAMBA**

**AUTORES:
PAÚL GIOVANNY CHULCA SIMBAÑA
MILTON EDUARDO LEÓN LOMAS
LUCIA MARIBEL LIGÑA QUINAUCHO
ANDREA ELIZABETH SANGOLUISA LLUMIQUINGA**

**DIRECTOR:
LEONARDO TUPIZA SIMBAÑA**

Quito, julio del 2014

DECLARATORIA

Nosotros, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los actuales

Quito, julio 2014

Paúl Giovanni Chulca Simbaña
cc. 172106114-9

Milton Eduardo León Lomas
cc. 172109839-8

Lucia Maribel Ligña Quinaucho
cc. 150061393-8

Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga
cc. 172037406-3

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
1.1 Antecedentes del proyecto	2
1.2 Objetivos del proyecto	3
1.2.1 Objetivo de desarrollo.....	3
1.2.2 Objetivo general.....	3
1.2.3 Objetivos específicos.....	3
1.3 Ubicación del proyecto	4
1.4 Marco de referencia	5
1.5 Alcance de los estudios.....	6
1.6 Trabajos preliminares	6
1.7 Análisis de rutas para el proyecto	6
1.7.1 Alternativa 1.	7
1.7.2 Alternativa 2.	7
1.7.3 Alternativa 3.	8
1.8 Ruta seleccionada	8
CAPÍTULO 2	10
GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA	10
2.1 Introducción	10
2.1.1 Objetivos.	10
2.1.2 Alcance y metodología.	10
2.2 Aspectos ambientales.....	11
2.2.1 Condiciones climáticas.	11
2.3 Geomorfología	13
2.4 Formaciones geológicas y depósitos superficiales	14
2.4.1 Depósitos coluviales (Periodo Cuaternario) (C).....	14
2.4.2 Formación cangagua (Periodo Cuaternario) (QC).....	14
2.4.3 Depósitos lacustres (Periodo Cuaternario) (QL).	15
2.4.4 Sedimentos volcánicos del Atacazo (Periodo Cuaternario) (PA).....	15
2.4.5 Volcano sedimentos Machángara (Periodo Cuaternario) (PM).....	15
2.4.6 Formación macuchi (periodo cretáceo) (km).....	15
2.5 Tectónica y estructura geológica	15
2.6 Riesgos naturales	16
2.6.1 Riesgo volcánico.....	17
2.6.2 Riesgo sísmico.	17
2.6.3 Riesgo geomorfológico.....	18
2.6.4 Riesgo hidroclimático.	18
2.7 Caracterización geotécnica de la subrasante.....	19
2.7.1 Trabajos de campo.....	19

2.7.2	Ensayos de laboratorio.....	19
2.7.3	Resultados.....	22
2.7.4	Resumen de resultados.....	28
2.8	Fuentes de materiales.....	29
2.8.1	Cantera Pintag.....	29
2.8.2	Cantera Pifo.....	30
2.9	Zonificación geológica – geotécnica por tramos.....	31
2.9.1	Tramo 1: Abscisas 0+000 a 4+000.....	31
2.9.2	Tramo 2: Abscisas 4 + 000 a 5 +000.....	31
2.9.3	Tramo 3: Abscisas 5 + 000 a 5 + 500.....	32
CAPÍTULO 3.....		33
ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.....		33
3.1	Alcance.....	33
3.2	Información utilizada.....	34
3.3	Estudio hidrológico.....	34
3.3.1	Generalidades.....	34
3.3.2	Climatología.....	37
3.3.3	Características climatológicas.....	37
3.3.4	Áreas de aportación.....	39
3.3.5	Caudal de diseño.....	41
3.4	Estudio hidráulico.....	47
3.4.1	Cuneta.....	47
3.4.2	Sumideros.....	57
3.4.3	Alcantarillas.....	66
3.4.4	Bordillos.....	76
CAPÍTULO 4.....		77
DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO.....		77
4.1	Datos generales.....	77
4.1.1	Nombre del proyecto.....	77
4.1.2	Ubicación del proyecto.....	77
4.2	Introducción.....	77
4.2.1	Antecedentes del proyecto.....	77
4.2.2	Objetivos del proyecto.....	78
4.3	Descripción del proyecto.....	78
4.3.1	Introducción.....	78
4.3.2	Fuentes de abastecimiento de material pétreo.....	82
4.3.3	Instalaciones provisionales.....	85
4.3.4	Movimiento de tierras.....	87
4.3.5	Preparación de materiales.....	88
4.3.6	Transporte de materiales.....	89
4.3.7	Escombreras.....	92
4.3.8	Desechos sólidos y líquidos.....	93

4.3.9	Acopio de materiales de construcción.....	94
4.3.10	Circulación de vehículos.....	94
4.3.11	Demanda de mano de obra.....	94
4.3.12	Estructuras necesarias.....	95
4.3.13	Asfaltado.....	95
4.3.14	Tráfico rodado.....	95
4.3.15	Mantenimiento.....	97
4.3.16	Efecto barrera.....	98
4.4	Análisis de alternativas.....	98
4.4.1	Alternativas al trazado vial.....	98
4.5	Determinación de áreas de influencias.....	100
4.5.1	Determinación del área de influencia directa.....	100
4.5.2	Determinación del área de influencia indirecta.....	101
4.6	Línea base.....	101
4.6.1	Abiótico.....	101
4.6.2	Biótico.....	114
4.6.3	Antrópico.....	118
4.7	Balance ambiental identificación y evaluación de impactos ambientales	128
4.7.1	Objetivo.....	128
4.7.2	Alcance.....	128
4.7.3	Metodología de evaluación.....	129
4.8	Plan de manejo ambiental.....	150
4.8.1	Introducción.....	150
4.8.2	Objetivos.....	151
4.9	Plan de prevención, mitigación de impactos.....	151
4.9.1	Programa de prevención.....	151
4.9.2	Programa de mitigación.....	164
4.9.3	Manejo de residuos sólidos.....	175
4.9.4	Seguimiento y monitoreo ambiental.....	180
4.9.5	Programa de contingencias.....	189
4.10	Programa de protección y recuperación ambiental.....	196
4.10.1	Descripción.....	196
4.10.2	Programa de relaciones comunitarias.....	199
4.10.3	Seguridad industrial y salud ocupacional.....	204
4.10.4	Educación y concienciación ambiental.....	215
4.10.5	Protección y recuperación ambiental.....	219
4.10.6	Abandono y cierre de operaciones del contratista.....	221
4.11	Organigrama metodología evaluación de impactos ambientales.....	224
4.12	Cuadro resumen medidas del P.M.A.....	225
4.13	Cronograma de actividades para la implementación del P.M.A.....	230
4.14	Cronograma valorado de la Av. Padre Carollo.....	231
4.15	Cronograma valorado - operación de la Av. Padre Carollo.....	232
	CAPÍTULO 5.....	233

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	233
5.1	Introducción..... 233
5.1.1	Aspectos generales..... 233
5.1.2	Objetivo. 233
5.1.3	Trabajos realizados. 234
5.1.4	Información referencial disponible..... 234
5.1.5	Cartografía. 234
5.1.6	Fotografías aéreas. 235
5.1.7	Red geodésica de control horizontal..... 236
5.1.8	Red de control vertical..... 236
5.1.9	Puntos de control (PDC)..... 236
5.2	Red base de topografía..... 237
5.2.1	Hitos de la red en la zona del proyecto. 237
5.2.2	Ajuste de la red GPS..... 237
5.2.3	Enlaces horizontales GPS de precisión..... 238
5.2.4	Enlaces verticales..... 238
5.2.5	Nivelación geométrica de la red base de topografía. 239
5.2.6	Datos característicos de la red base de topografía. 239
5.3	Levantamientos topográficos..... 240
5.3.1	Generalidades..... 240
5.3.2	Trabajos topográficos por etapas. 241
5.3.3	Planos topográficos..... 242
CAPÍTULO 6.....	243
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA E INTERSECCIONES A NIVEL	243
6.1	Características para la definición del trazado 243
6.2	Criterios de diseño 243
6.3	Trabajos de campo y gabinete definitivo 245
6.3.1	Actividades de campo..... 245
6.3.2	Trabajos de oficina..... 246
6.4	Normas de diseño..... 247
6.5	Definición de elementos que forman parte de la geometría de la vía..... 249
6.6	Velocidad de diseño y de circulación 251
6.7	Sección típica adoptada 252
6.8	Proyecto horizontal 253
6.8.1	Diseño de curvas circulares. 253
6.8.2	Peralte de curvas. 256
6.8.3	Tangente intermedia mínima. 256
6.8.4	Sobreechancho en curvas. 258
6.8.5	Distancia de visibilidad..... 259
6.8.6	Recomendaciones y normas del alineamiento. 262
6.8.7	Resumen del proyecto horizontal. 265
6.9	Proyecto vertical 266

6.9.1	Pendientes.....	266
6.9.2	Diseño de las curvas verticales.....	267
6.9.3	Recomendaciones y normas del proyecto vertical.....	269
6.9.4	Resumen del proyecto vertical.....	270
6.10	Relación entre los alineamientos horizontal y vertical.....	270
6.11	Secciones transversales típicas.....	272
6.12	Señalización y seguridad vial.....	274
6.12.1	Señalización vertical.....	274
6.12.2	Señalización horizontal.....	279
6.12.3	Diagrama de masas.....	281
CAPÍTULO 7.....		292
DISEÑO DE PAVIMENTOS.....		292
7.1	Antecedentes.....	292
7.1.1	Introducción.....	292
7.1.2	Clima y lluvias.....	292
7.1.3	Geología de la zona.....	293
7.2	Investigación de la subrasante.....	293
7.2.1	Investigación del subsuelo.....	293
7.2.2	Condiciones de la subrasante.....	294
7.3	Metodología empleada en el diseño.....	294
7.3.1	Generalidades.....	294
7.3.2	Consideraciones previas.....	297
7.3.3	Resistencia de la subrasante.....	301
7.4	Datos del tráfico.....	302
7.4.1	Información básica.....	302
7.4.2	Cargas equivalentes.....	302
7.5	Diseño de pavimentos.....	302
7.5.1	Parámetros de diseño.....	302
7.5.2	Consideraciones previas al diseño.....	313
7.5.3	Procedimiento de cálculo.....	320
7.5.4	Resultados de diseño de pavimentos.....	321
CAPÍTULO 8.....		323
ESTUDIO DE TRÁFICO.....		323
8.1	Introducción.....	323
8.1.1	Conteos manuales.....	323
8.1.2	Conteos automáticos.....	325
8.1.3	Conteos desde un vehículo.....	329
8.1.4	Fotografía.....	330
8.2	Objetivos.....	330
8.2.1	Objetivo general.....	330
8.2.2	Objetivos específicos.....	330
8.3	Metodología del estudio.....	331

8.3.1	Actividades de campo.....	331
8.3.2	Actividades de oficina.....	331
8.4	Ubicación del proyecto.....	332
8.5	Conteos volumétricos.....	332
8.5.1	Clasificación por tipo de vehículos.....	333
8.5.2	Tráfico promedio semanal.....	347
8.5.3	Tráfico promedio diario anual.....	351
8.5.4	Censos de origen y destino.....	351
8.6	Proyecciones demanda.....	352
8.6.1	Tasa de crecimiento.....	353
8.7	Proyecciones de la demanda.....	353
8.7.1	Determinación del tráfico del proyecto.....	354
CAPÍTULO 9.....		356
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO		356
9.1	Introducción.....	356
9.2	Estimación de volúmenes de obra.....	356
9.3	Precios unitarios.....	357
9.4	Presupuesto referencial.....	357
9.5	Determinación de la alternativa más viable.....	358
9.6	Cronograma valorado.....	359
CAPÍTULO 10.....		360
EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....		360
10.1	Introducción.....	360
10.2	Marco teórico.....	361
10.2.1	Beneficios de un proyecto de vialidad.....	361
10.2.2	Costos de un proyecto de vialidad.....	362
10.3	Objetivos.....	362
10.3.1	Objetivo general.....	362
10.3.2	Objetivos específicos.....	362
10.4	Metodología.....	362
10.5	Situación con y sin proyecto.....	363
10.5.1	Distancias y tiempos de recorrido.....	363
10.6	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios y costos.....	366
10.6.1	Beneficios sociales.....	366
10.6.2	Costos de ejecución del proyecto.....	368
10.7	Evaluación socioeconómica del proyecto.....	369
10.7.1	Valor actual neto, tasa interna de retorno, beneficio/costo económico.....	369
CONCLUSIONES.....		371
RECOMENDACIONES.....		374
LISTA DE REFERENCIAS		375
ANEXOS EN ARCHIVO DIGITAL		

ÍNDICE TABLAS

	Página
Tabla 1. Puntos de control del proyecto	4
Tabla 2. Precipitación mensual (2012).....	12
Tabla 3. Categorías de la subrasante y clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos según valor de CBR	21
Tabla 4. Clasificación de los suelos según el sistema AASHTO.....	23
Tabla 5. Resultados de los ensayos de CBR abscisas 0+000 hasta 3+500.....	26
Tabla 6. Resultados de los ensayos de CBR abscisas 3+500 hasta 5+500.....	26
Tabla 7. Resultados del ensayo triaxial en la abscisa 3+500.	27
Tabla 8. Resumen de resultados de propiedades del suelo.....	29
Tabla 9. Propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Pifo.....	31
Tabla 10. Precipitaciones características mensuales y anuales (mm)	37
Tabla 11. Temperaturas mensuales (°C).....	38
Tabla 12. Humedad relativa mensuales (%).....	39
Tabla 13. Coeficientes de escorrentía.....	43
Tabla 14. Periodos de retorno.....	46
Tabla 15. Periodos de retorno.....	47
Tabla 16. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales	54
Tabla 17. Resumen de dimensiones definitivas de cunetas lado oriental de la vía. 55	
Tabla 18. Resumen de dimensionamiento de cunetas lado occidental de la vía.....	56
Tabla 19. Fórmulas para el cálculo de la eficiencia de rejillas de captación	61
Tabla 20. Resumen del número de sumideros normalizados tipo reja - lado oriental de la vía	65
Tabla 21. Resumen del número de sumideros normalizados tipo reja - lado occidental de la vía.....	66
Tabla 22. Coordenadas del proyecto	77
Tabla 23. Propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Pifo.....	82
Tabla 24. Coordenadas de la mina de Pifo.....	83
Tabla 25. Medidas ambientales de la mina de Pifo.....	85
Tabla 26. Datos curva de masas material excavación.....	88
Tabla 27. Cantidad de materiales	89
Tabla 28. Maquinarias requeridas para el proyecto	91
Tabla 29. Cantidades de obra acera y bordillo	95
Tabla 30. Cantidades obra asfaltado.....	95
Tabla 31. Mantenimiento vial	97

Tabla 32.	Análisis de alternativas al trazado vial	99
Tabla 33.	Calificación análisis de alternativas al trazado vial	100
Tabla 34.	Valores límites de cada contaminante de la atmosfera	103
Tabla 35.	Valores promedios anuales para cada contaminante de la atmosfera ...	103
Tabla 36.	Niveles máximos permitidos de ruido para fluentes fijas	104
Tabla 37.	Niveles máximos permitidos de ruido para fluentes móviles	105
Tabla 38.	Niveles de ruido registrado en la estación Guamani	106
Tabla 39.	Caudales de diseño	113
Tabla 40.	Servicios básicos parroquia de Quitumbe	122
Tabla 41.	Servicios básicos parroquia de Turubamba.....	123
Tabla 42.	Población por parroquias año 2010.....	126
Tabla 43.	Población futura Quitumbe y Turubamba.....	127
Tabla 44.	Población económica activa por parroquia	127
Tabla 45.	Evaluación de impactos ambientales.....	130
Tabla 46.	Acciones consideradas durante la fase de construcción.....	132
Tabla 47.	Acciones consideradas durante la fase de operación	132
Tabla 48.	Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados	135
Tabla 49.	Criterios de puntuación de la fase de construcción	137
Tabla 50.	Niveles de ruido maquinaria	138
Tabla 51.	Criterios de puntuación de la fase de operación y mantenimiento.....	141
Tabla 52.	Rubros ambientales	153
Tabla 53.	Rubros ambientales	156
Tabla 54.	Rubros ambientales	159
Tabla 55.	Rubros ambientales	162
Tabla 56.	Rubros ambientales	168
Tabla 57.	Niveles máximos de ruido permisibles, según uso del suelo	174
Tabla 58.	Rubros ambientales	175
Tabla 59.	Clasificación de los residuos sólidos generados en la obra vial.....	178
Tabla 60.	Rubros ambientales	180
Tabla 61.	Parámetros calidad del aire	182
Tabla 62.	Límites permisibles y tiempo de exposición.....	184
Tabla 63.	Indicadores de mantenimiento de la vía.....	186
Tabla 64.	Indicadores de líneas de fábrica	186
Tabla 65.	Indicadores para drenaje.....	187
Tabla 66.	Indicadores para señalización y seguridad vial.....	188

Tabla 67.	Indicadores para estructuras viales.....	188
Tabla 68.	Riesgos y contingencias en la ejecución del proyecto	191
Tabla 69.	Rubros ambientales	196
Tabla 70.	Rubros ambientales	199
Tabla 71.	Charlas ambientales al inicio de la obra.....	201
Tabla 72.	Temas de charlas ambientales para el final de la obra	201
Tabla 73.	Rubros ambientales	204
Tabla 74.	Rubros ambientales	218
Tabla 75.	Rubros ambientales	221
Tabla 76.	Organigrama de E.I.A	224
Tabla 77.	Resumen del P.M.A	225
Tabla 78.	Cronograma actividades P.M.A	230
Tabla 79.	Cronograma valorado P.M.A	231
Tabla 80.	Cronograma valorado P.M.A	232
Tabla 81.	Puntos de control del proyecto	237
Tabla 82.	Características geométricas mínimas para el diseño de carreteras.....	244
Tabla 83.	Proyección del tráfico promedio diario anual asignado al proyecto	248
Tabla 84.	Cuadro de peraltes y sobreeanchos	250
Tabla 85.	Cuadro de peraltes y sobreeanchos	252
Tabla 86.	Datos de curva - circulares	255
Tabla 87.	Coefficiente de fricción transversal máxima	256
Tabla 88.	Longitud mínima de transición en función del peralte.....	257
Tabla 89.	Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte.....	257
Tabla 90.	Normas geométricas para el diseño de carreteras.	264
Tabla 91.	Puntos de inflexión horizontal.....	265
Tabla 92.	Parámetros de diseño geométrico.....	265
Tabla 93.	Puntos de inflexión vertical, gradientes y longitudes de curva.....	267
Tabla 94.	Valores de coeficiente K para curvas verticales cóncavas.....	268
Tabla 95.	Valores de coeficiente K para curvas verticales convexas.....	268
Tabla 96.	Resumen de señalización vertical	278
Tabla 97.	Resumen de señalización vertical	280
Tabla 98.	Resumen de señalización vertical	281
Tabla 99.	Resumen de volumen neto para curva de masas.	283
Tabla 100.	CBRs de diseño y módulos resilientes	303
Tabla 101.	Coefficiente de capas.....	305

Tabla 102. Coeficiente de capa para el diseño de pavimento flexible	305
Tabla 103. Tipo de vehículos y carga.....	306
Tabla 104. Factor equivalente de carga.....	308
Tabla 105. Relación aproximadas entre los valores de resistencia y la clasificación del suelo.....	311
Tabla 106. Efecto sobre el valor de (K) de una sub base granular.....	312
Tabla 107. Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes.....	312
Tabla 108. Clasificación funcional y confiabilidad.....	313
Tabla 109. Calidad de drenaje	313
Tabla 110. Calidad de drenaje	314
Tabla 111. Calidad de drenaje	314
Tabla 112. Número estructural.....	315
Tabla 113. Esfuerzo equivalente sin berma de concreto	316
Tabla 114. Factor de erosión sin berma de concreto.....	317
Tabla 115. Repeticiones admisibles por fatiga.....	318
Tabla 116. Repeticiones admisibles por erosión.....	319
Tabla 117. Pasadores de acero	320
Tabla 118. Espesores pavimento flexible.....	321
Tabla 119. Espesores pavimento flexible.....	321
Tabla 120. Espesores pavimento flexible.....	321
Tabla 121. Espesores pavimento flexible.....	322
Tabla 122. Espesores pavimento rígido	322
Tabla 123. Espesores pavimento rígido	322
Tabla 124. Coordenadas de ubicación del proyecto.....	332
Tabla 125. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Lunes 10 junio 2013	334
Tabla 126. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Lunes 10 junio 2013	335
Tabla 127. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Martes 11 junio 2013.....	336
Tabla 128. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Martes 11 junio 2013.....	337
Tabla 129. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Miércoles 12 junio 2013	338
Tabla 130. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Miércoles 12 junio 2013	339

Tabla 131. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Jueves 13 junio 2013	340
Tabla 132. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Jueves 13 junio 2013	341
Tabla 133. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Viernes 14 junio 2013	342
Tabla 134. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Viernes 14 junio 2013	343
Tabla 135. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Sábado 15 junio 2013	344
Tabla 136. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Sábado 15 junio 2013	345
Tabla 137. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Domingo 16 junio 2013.....	346
Tabla 138. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Domingo 16 junio 2013.....	347
Tabla 139. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Del 10-16 junio 2013.....	348
Tabla 140. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Sur- Norte). Del 10-16 junio 2013.....	349
Tabla 141. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Dos sentidos). Del 10-16 junio 2013	350
Tabla 142. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Dos sentidos). Resumen del Tráfico Promedio Diario Semanal-TPDS	350
Tabla 143. Cálculo del TPDA-Año 2013 (dos sentidos).....	351
Tabla 144. Cálculo del TPDA-Año 2013 (dos sentidos).....	351
Tabla 145. Clasificación del TPDA. Asignado al proyecto - Año 2013 (dos sentidos)	352
Tabla 146. Tasas de crecimiento vehicular	353
Tabla 147. Proyección del tráfico promedio diario anual	354
Tabla 148. Presupuesto referencial – primera alternativa	358
Tabla 149. Presupuesto referencial – segunda alternativa	358
Tabla 150. Distancias y tiempos de recorrido sin y con proyecto.....	366
Tabla 151. Parámetros de evaluación.....	366

ÍNDICE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación local del Proyecto – Mapa del cantón Quito.....	4
Figura 2. Ruta de la avenida Padre Carollo – parroquias Quitumbe y Turubamba..	5
Figura 3. Pluviosidad promedio Mensual.....	13
Figura 4. Obtención de muestras inicio del proyecto	19
Figura 5. Inclinación de talud	28
Figura 6. Ubicación del proyecto.....	36
Figura 7. Variación de la precipitación mensual (mm)	38
Figura 8. Trazado de áreas de aportación para el diseño de cunetas laterales.....	40
Figura 9. Sección de cuneta urbana	50
Figura 10. Dimensiones definitivas de cuneta tipo A lado oriental de la vía	55
Figura 11. Dimensiones definitivas de cuneta tipo B lado oriental de la vía	56
Figura 12. Dimensiones definitivas de cuneta tipo C lado occidental de la vía	57
Figura 13. Sumidero tipo reja estandarizado para el Distrito Metropolitano de Quito	62
Figura 14. Sección típica, elementos geométricos.....	79
Figura 15. Inicio proyecto Av. Padre Carollo.....	80
Figura 16. Quebrada El Conde	80
Figura 17. Tréboles del Sur Av. Padre Carollo	81
Figura 18. Ciudad Jardín Av. Padre Carollo.....	81
Figura 19. Hitos demarcatorios.....	83
Figura 20. Escalón 1 Av. Padre Carollo	86
Figura 21. Escalón 2 Av. Padre Carollo	87
Figura 22. Guajalo Sur de Quito.....	89
Figura 23. Morán Valverde Sur de Quito	90
Figura 24. Escalón 1 Av. Padre Carollo	92
Figura 25. Escalón 2 Av. Padre Carollo	93
Figura 26. Tanque Turubamba Bajo.....	111
Figura 27. Estrato arbóreo	115
Figura 28. Estrato arbustivo.....	115
Figura 29. Estrato herbáceo	116
Figura 30. Estrato plantas parasitas	116
Figura 31. (Tomado) Mapa arqueológico Quito.....	119
Figura 32. Simbología mapa arqueológico Quito.....	119

Figura 33. Servicios básicos parroquia de Turubamba.....	122
Figura 34. Distribución de la tenencia de vivienda	123
Figura 35. Movimiento de tierras fase de construcción.....	140
Figura 36. Escombreras fase de construcción.....	141
Figura 37. Tráfico rodado	143
Figura 38. Capa rodadura	143
Figura 39. Volquetas con cobertores	170
Figura 40. Volquetas con cobertores	171
Figura 41. Contenedores de desechos.....	177
Figura 42. Riesgos y contingencias en la ejecución del proyecto	193
Figura 43. Sección transversal de la vía	252
Figura 44. Elementos de una curva circular	263
Figura 45. Curvas verticales cóncavas de poca longitud.....	271
Figura 46. Curvas verticales sucesivas	272
Figura 47. Sección transversal de la vía Tramo 1: abscisas 0+000 a 3+500	273
Figura 48. Sección transversal de la vía Tramo 2: abscisas 3+500 a 5+411	273
Figura 49. Distribución de esfuerzos en el pavimento	295
Figura 50. Distribución de transito	309
Figura 51. Esquema de un detector temporal de contacto	327
Figura 52. Esquema de un detector magnético	327
Figura 53. Esquema de un contador gráfico circular	328
Figura 54. Representación gráfica del tráfico promedio diario	348
Figura 55. Representación gráfica del tráfico promedio diario	349
Figura 56. Representación gráfica del tráfico promedio diario	350
Figura 57. Rutas de recorrido sin y con proyecto.....	365

ÍNDICE ANEXOS

- Anexo 1. Mapa geológico de la zona del proyecto
- Anexo 2. Mapa de microzonificación del Distrito Metropolitano de Quito-DMQ
- Anexo 3. Ensayo de laboratorio de los suelos de la subrasante
- Anexo 4. Gráfico ubicación cantera de Pifo
- Anexo 5. Registro fotográfico
- Anexo 6. Mapa cantera Pifo
- Anexo 7. Mapa trazado vial
- Anexo 8. Mapa alternativas trazado vial
- Anexo 9. Mapa área influencia directa
- Anexo 10. Mapa área influencia indirecta
- Anexo 11. Mapa geológico
- Anexo 12. Matriz impactos No.1
- Anexo 13. Matriz impactos No.2
- Anexo 14. Matriz impactos No.3
- Anexo 15. Matriz impactos No.4
- Anexo 16. Matriz impactos No.5
- Anexo 17. Matriz impactos No.6
- Anexo 18. Matriz impactos No.7
- Anexo 19. Monografía punto de control de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento
- Anexo 20. Monografía Punto de Control (PDC), Puntos GPS
- Anexo 21. Hojas de nivelación Av. Padre Carollo
- Anexo 22. Puntos de levantamiento topográfico Av. Padre Carollo
- Anexo 23. Datos de replanteo Av. Padre Carollo
- Anexo 24. Estudio de trazado y diseño geométrico vial definitivo
- Anexo 25. Cantidades de pintura y tachas reflectivas
- Anexo 26. Movimiento de tierras
- Anexo 27. Diseño pavimento flexible
- Anexo 28. Diseño pavimento rígido
- Anexo 29. Formato conteos manuales de clasificación
- Anexo 30. Información de conteo automático
- Anexo 31. Factores de ajuste mensual
- Anexo 32. Formato encuesta origen y destino
- Anexo 33. Volúmenes de obra

- Anexo 34. Análisis de precios unitarios
- Anexo 35. Presupuestos referenciales para las dos alternativas: pavimento flexible, pavimento rígido
- Anexo 36. Cronograma valorado de avance de obra
- Anexo 37. Diagrama de inversión mensual y curva de inversión acumulada de obra para la Av. Padre Carollo
- Anexo 38. Identificación y valoración de los beneficios para evaluación socioeconómica del proyecto
- Anexo 39. Flujos de caja para los dos escenarios del análisis socioeconómico del proyecto

RESUMEN

Se han desarrollado los estudios definitivos del proyecto Av. Padre Carollo, localizados en la ciudad de Quito en el sector Sur-Este, parroquia de Turubamba. Como parte de estos estudios, se realizó el diseño del eje de la vía en planta y perfil considerando las fallas topográficas como la Quebrada: El Conde, la cual se venció proponiendo un puente de luz aproximada de 50 m, en el trabajo topográfico se colocaron 6 puntos GPS, ubicados en el inicio, medio y final del proyecto, para el enlace vertical y obtener el proyecto en referencias con las coordenadas Quito que son utilizadas en la Administración Zonal Quitumbe, se partió de un punto GPS de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS).

Para el estudio de tráfico se realizaron conteos mediante el uso de filmadoras que posteriormente fueron procesados en gabinete, para obtener el porcentaje de vehículos que van a circular en la vía, considerando las encuestas realizadas las mismas que contemplan el origen y destino de los usuarios vehiculares.

Los ensayos de suelos fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, los mismos que recomendaron los CBRs de diseño para el análisis de la estructura de pavimento, en las que se consideraron dos alternativas; pavimento flexible y rígido, los mismos que se compararon mediante el análisis económico, obteniendo el valor más rentable y técnicamente viable para su posterior construcción y ejecución sin afectar el medio ambiente contemplando el estudio ambiental que indica los daños y beneficios que se va a generar al entorno tanto humano como paisajístico.

ABSTRACT

Studies have been developed at Av Padre Carollo project, located at South-East of Quito city, Turubamba Parish. As complement of these studies, the street axis design of the center of the track plan and profile was performed considering the topographical faults as the ravine: El Conde, which expired proposing a bridge about light 50 m in the survey work were placed 6 GPS points located at the beginning, middle and end of the project, for vertical and get the project references the coordinates Quito that are used in the Zonal Administration Quitumbe link will started from a GPS point of the Metropolitan Public Water Company and Sanitation (EPMAPS).

For the study of traffic counts were performed by using video cameras that were subsequently processed in cabinet, to get the percentage of vehicles that are to be driven on the road, taking surveys them contemplating the origin and destination of the vehicle users.

The soil tests were conducted in the laboratories of the Salesian University, the same as the CBRs were recommended design for the analysis of the pavement structure, in which two alternatives were considered; flexible and rigid pavement, the same as compared with the economic analysis, obtaining the most cost effective and technically feasible value for subsequent construction and execution without affecting the environment considering the environmental study that indicates the harms and benefits that will be generated to both human and landscape.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto **“Diseño vial definitivo de la avenida Padre Carollo”** está encaminado a elaborar el diseño geométrico y del pavimento asociado a la alternativa seleccionada a través de estudios de ingeniería. El proyecto en estudio se ubica al Sur - Este de la ciudad de Quito, jurisdicción del Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q) Administración Zona Quitumbe.

El proyecto contempla el diseño de la vía de calzadas bidireccionales de dos carriles por sentido, cuyo inicio se establece al ingreso del barrio El Vergel a 500 m aproximadamente al Sur de la Av. Morán Valverde sector Pueblo Unido parroquia Quitumbe finalizando en la Calle “J” que enlaza con la Av. Maldonado en el barrio San Juan de Turubamba parroquia Turubamba.

Este proyecto es parte de la solución de los problemas de congestión que ocurren en la actualidad en la zona Sur de Quito y mejorará la fluidez del tránsito permitiendo la movilización rápida, segura de los usuarios complementariamente se reducirán los costos de operación vehicular y ahorro en los tiempos de viaje, al circular por esta vía.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes del proyecto

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se encuentra empeñado en mejorar la vialidad de la ciudad, para disminuir la congestión y caos vehicular. En referencia al convenio entre la Administración Zona Quitumbe (AZQ) y la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), han previsto la necesidad de elaborar los estudios de ingeniería para la construcción del proyecto denominado Diseño definitivo de la avenida Padre Carollo, que serán elaborados por los aspirantes al título de ingeniero civil.

Debido al notable incremento del tránsito las vías del sur de Quito no cumplen con el objetivo de brindar seguridad y comodidad a los usuarios que circulan por el sector, por tales razones se proponen implementar vías alternas a través de un programa denominado plan macro vial Turubamba, en este plan se encuentra el Proyecto vial **avenida Padre Carollo** con una longitud de 5.414 kilómetros.

Como información de partida existen proyecciones de trazado vial realizados en años anteriores plasmados en hojas viales, donde se aprecia el ancho y la proyección horizontal de la avenida. En base a las visitas de campo se ha constatado que dicha avenida tiene 500 m aproximadamente de construcción a nivel de rasante; de allí en adelante se encuentra sin definición vial, para lo cual se buscará la mejor alternativa de diseño geométrico enmarcado en la faja de terreno existente, que no afecten en gran magnitud a los predios colindantes para no encarecer al proyecto.

La importancia del proyecto es mitigar la conflictividad del tráfico provocado en los sectores Guajala, Guamani a lo largo de la avenida Maldonado. Con esta vía se lograra que gran parte del tráfico que se dirige desde el sur al norte o viceversa tengan esta alternativa de movilidad.

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo de desarrollo.

- Contribuir al desarrollo socioeconómico de la población intervenida en el estudio, disminuyendo los costos de operación vehicular y ahorro en los tiempos de viaje de los usuarios.

1.2.2 Objetivo general.

- Definir desde el punto de vista técnico, socioeconómico y ambiental la conveniencia de la construcción de la denominada vía avenida Padre Carollo.

1.2.3 Objetivos específicos.

- Realizar el desarrollo del proyecto basado en técnicas y normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Realizar los estudios de ingeniería: geológico, topográfico, tráfico, trazado, pavimentos, evaluación socioeconómica y ambiental del proyecto.
- Definir de manera técnica el trazado y diseño horizontal como vertical de la avenida sobre la faja topográfica establecida para dicho proyecto.
- Realizar el diseño de pavimento para esta vía de acuerdo al análisis de los estudios de ingeniería.
- Identificar, calificar y evaluar los impactos ambientales, así como establecer un Plan de Manejo Ambiental con la incorporación de la participación ciudadana.
- Determinar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista socioeconómico, en función de la demanda del servicio de transporte y planes de Ordenamiento Territorial.
- Proporcionar a la Administración Zonal Quitumbe, la información básica para facilitar la interpretación del proyecto durante la etapa de ejecución.

1.3 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra en la provincia de Pichincha cantón Quito, jurisdicción de las parroquias Quitumbe y Turubamba, pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito, como se puede apreciar en el mapa de ubicación, figura 1

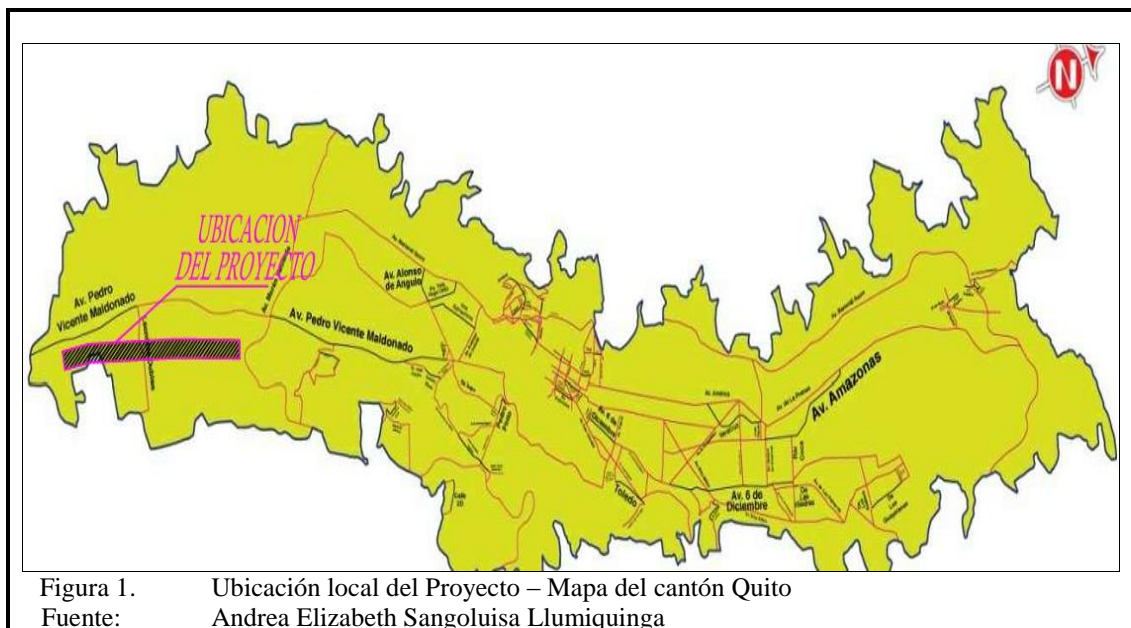
El proyecto está enmarcado dentro de las siguientes coordenadas geográficas: T.M – WGS-84 QUITO, a continuación se presenta en la tabla 1.

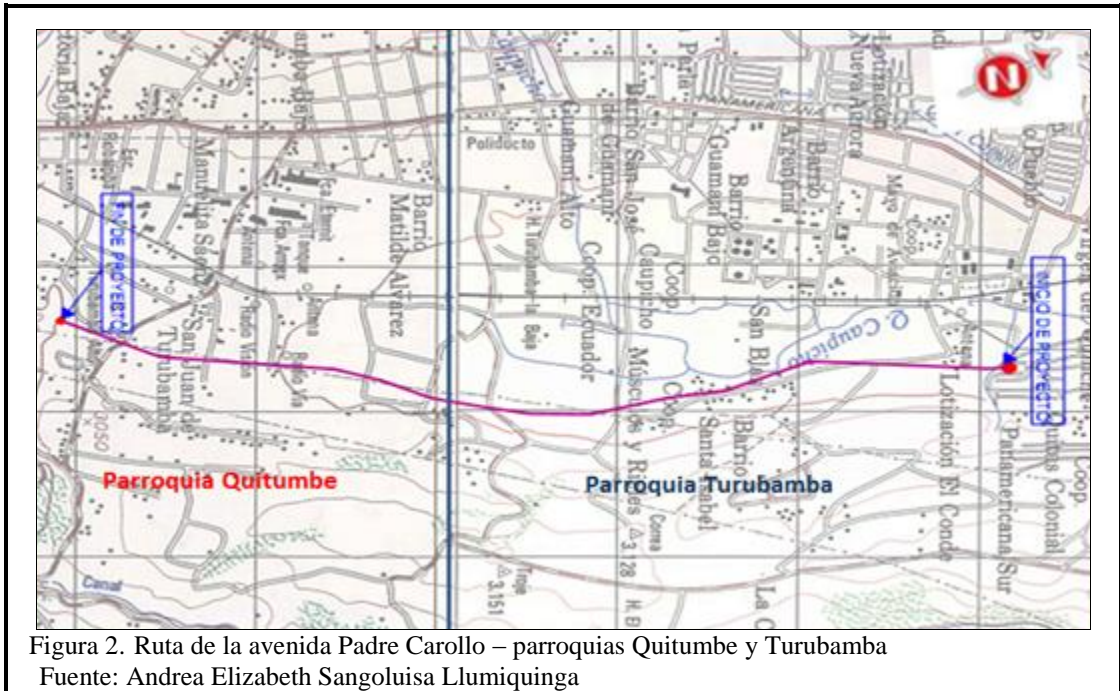
Tabla 1. Puntos de control del proyecto

Localización	Coordenadas		
	Latitud N	Longitud E	Altitud m.s.n.m
Inicio del proyecto: Km 0+000 Calle A barrio El Vergel	9966504	496440	3014.257
Fin del proyecto km 5+414: Calle “J” Sector San Juan de Turubamba	9960792	496107	3035.347

Fuente: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

En las figuras se muestra la ubicación del proyecto.





1.4 Marco de referencia

Para la realización de este proyecto se requirió de: recopilación de información previa existente en las entidades públicas del Distrito Metropolitano de Quito, trabajos de campo y de gabinete. El desarrollo del proyecto comprende los estudios de ingeniería para la construcción de la avenida Padre Carollo.

Los estudios topográficos y de trazado se realizaron partiendo de información de hojas catastrales del sector las mismas que permitieron establecer la faja topográfica a ser levantada. El diseño horizontal y vertical de la vía se realizó sobre la faja topográfica, de acuerdo a las normas de diseño geométrico del MOP – 2003.

Desde el punto de vista económico el transporte es un bien y como tal se rige por las leyes de mercado. Existe una demanda por este bien, la cual refleja la disposición a pagar por viajes y existe una oferta que representa el costo en que se incurre por realizar tales viajes el cual depende de la valoración del tiempo empleado en el viaje y del costo de operación de los vehículos considerado como beneficios

Considerando que la vía tiene como objetivo el de integrar las parroquias Quitumbe y Turubamba se requiere diseñar y construir un puente sobre la quebrada el Conde en

la abscisa 0 + 360 de la vía; el mismo que se desarrolla en otro trabajo complementario al proyecto.

1.5 Alcance de los estudios

La realización de los estudios de la avenida Padre Carollo corresponde a una obra prioritaria que debe ejecutarse en vista de la problemática vial del sector sur de Quito.

Los estudios de este proyecto están enfocados a los temas de trazado, tránsito y vialidad. Es así que se ha realizado el levantamiento topográfico de la faja, estudios de tránsito en lugares donde se considera representativo el flujo vehicular, con la finalidad de tener los justificativos para la posible construcción de la vía.

1.6 Trabajos preliminares

- Recopilación de la información básica del área de intervención del proyecto; proporcionada por la Administración Zonal Quitumbe.
- Estudios pre-preliminares en cartas topográficas a escala 1:25000 y/o 1:50000.
- Estudio preliminar en topografía de restitución.
- Monografías de puntos de control vertical – Hitos IGM.
- Reconocimiento de campo donde se implantara el proyecto.
- Ubicar y describir las fuentes de materiales que puedan proporcionar material al proyecto para la etapa de ejecución.

1.7 Análisis de rutas para el proyecto

Realizado la inspección de la zona del proyecto y con las restituciones proporcionadas por Administración Zona Quitumbe se pudo determinar las posibles alternativas preliminares de trazado de ruta del proyecto siendo necesario iniciar con los trabajos de campo como es la topografía del lugar para proyectar el trazado vial de la ruta tomando en cuenta aspectos como son: pendiente, relieve y afectaciones de

predios aledaños a la vía. A continuación se describe las alternativas según los componentes sociales, económicos y ambientales de la zona del proyecto.

1.7.1 Alternativa 1.

Componente social: En este sentido esta alternativa genera una gran cantidad de expropiaciones en la que los propietarios cuentan en su mayoría con los documentos de manera legal generando conflictos legales.

Componente económico: Esta alternativa tiene un recorrido mayor a 6 km. Por lo que el presupuesto en su construcción aumenta debido al aumento en las cantidades de obra.

Componente ambiental: El movimiento de tierra es uno de los grandes inconvenientes con respecto a los impactos ambientales, además del ruido, polvo y malestar a la población.

1.7.2 Alternativa 2.

Componente social: Esta alternativa se ajusta a la faja de diseño precedido por la Administración Quitumbe, además de que el asentamiento poblacional legal es mínimo, por ende se inhiben los conflictos legales.

Componente económico: Esta alternativa la distancia de recorrido es de 6 km, donde no se considera expropiación de terrenos, las cantidades de obra pueden ser las adecuadas además de que es un sector económico potencial para la población involucrada.

Componente ambiental: Al ser un área intervenida en su totalidad no existen afectaciones a la flora y fauna pero si al aire, y a la población aledaña al proyecto. Se beneficiaría en que no existe movimiento de tierra en esta alternativa.

1.7.3 Alternativa 3.

Componente social: Esta alternativa en los primeros tramos no tiene ningún problema con asentamientos poblacionales, pero en penúltimo kilómetro el trazado converge con una urbanización lo cual la invalida debido a los problemas legales que acarrea la construcción.

Componente económico: Esta alternativa la distancia de recorrido es de 8 Km donde las cantidades de obra aumentan además, se encuentra junto al camino de los Incas que es Patrimonio Cultural, y sobretodo afectaría gran parte al parque Metropolitano del sur.

Componente ambiental: Existe una zona extensa de alrededor de 1 km de bosque y en el tramo central se encuentra el parque metropolitano del sur por lo tanto la tala de árboles a más del movimiento de tierras hacen que esta alternativa no sea viable.

1.8 Ruta seleccionada

Del análisis de tres alternativas de trazado vial para la selección de la ruta denominada avenida Padre Carollo; se selecciona la segunda alternativa debido a que tiene una longitud menor con respecto a las otras alternativas además que se ajusta con un diseño previo realizado por el Municipio de Quito.

La ruta seleccionada constituye una Vía de Integración de las parroquias Quitumbe y Turubamba se inicia en la curva de la avenida Morán Valverde a unos 800 metros aproximadamente desde el Puente de Guajalo en sentido occidente – oriente, en el sector denominado Pueblo Unido. Pasando por el sector El Vergel, Tréboles del Sur, barrios de la parroquia Quitumbe; continua su recorrido por el sector del conde donde cruza la avenida Escalón 1, cruza la avenida Escalón 2 en el barrio Músculos y Rieles, continua por los sectores: Bellavista del Sur, Jardines del Sur y finaliza en la calle “J” sector San Juan de Turubamba sitio muy próximo a la zona denominada Parque Industrial.

Para el desarrollo del proyecto de tesis se considera como inicio la calle “A” sector el Vergel y fin del proyecto la calle “J” sector San Juan de Turubamba.

En la abscisa 0+360 se encuentra un punto de paso obligado como es la Quebrada “El Conde” ubicada en el barrio el Vergel por lo que el diseño del puente para superar el paso de dicha quebrada será desarrollado como un subproyecto del proyecto avenida Padre Carollo.

CAPÍTULO 2

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

2.1 Introducción

Con la finalidad de definir las características geológico-geotécnicas de los terrenos por donde se proyecta el trazado de la avenida Padre Carollo, y, obtener los criterios de diseño para la estructura del pavimento.

El Estudio Geotécnico Vial para los estudios de ingeniería de la avenida fue realizado por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana, bajo solicitud de la Administración Municipal Zona Quitumbe.

2.1.1 Objetivos.

- Realizar la clasificación (AASHTO) y la descripción de los materiales desde el punto de vista geológico - geotécnico.
- Determinar las propiedades geotécnicas de los suelos a través de ensayos de laboratorio, los que servirán de base para el diseño de pavimentos y estabilidad de taludes.
- Realizar la identificación y caracterización de sitios de materiales pétreos que serán utilizados para la construcción de la estructura del pavimento.

2.1.2 Alcance y metodología.

Del estudio geotécnico vial proporcionado por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana, se ha definido el tipo de geo-material para excavar y se ha recomendado la inclinación de los cortes de taludes que debería tener la vía durante la construcción.

Luego se describe las condiciones climáticas, geomorfológicas de la zona de estudio, también se realiza la descripción de las formaciones geológicas en base al léxico estratigráfico del país utilizando la información del mapa geológico del Ecuador,

hoja No 65 Quito SE, escala 1:50 000, editada por el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos - Dirección Nacional de Geología y Minas.

El presente estudio es el resultado de trabajo tanto de gabinete como de campo; el que finalmente concluyó con la ejecución del presente informe.

2.2 Aspectos ambientales

El paisaje de la zona de intervención del proyecto en general está compuesto de urbanizaciones, cultivos y áreas verdes. El continuo proceso de la urbanización de la ciudad ha generado grandes cambios en diferentes aspectos, ambientales, biológicos y sociales. Uno de los aspectos más sobresalientes en la zona del proyecto es el cambio de uso del suelo, de uso agrícola al uso urbano.

En la zona final del proyecto se puede apreciar poca variedad de flora, cultivos y pastizales.

2.2.1 Condiciones climáticas.

2.2.1.1 Clima.

El valle del sur de Quito tiene un clima ecuatorial meso térmico semihúmedo a húmedo. Se caracteriza por tener una temperatura media anual que oscila entre 12 y 13 °C y un régimen pluviométrico con estaciones secas y lluviosas. (Pourrut, 1989, pág. 50)

Los datos recopilados para este informe corresponden a los de la estación meteorológica Izobamba – M003, ubicada al sur – este de la ciudad de Quito, en las coordenadas UTM Este: 772372 m y Norte: 9959898. Se optó por esta estación debido a que dispone información actualizada y confiable, adicionalmente, es la más cercana proyecto.

2.2.1.2 Precipitación.

La estación Meteorológica Izobamba-M003 registra una precipitación total anual de 1774 mm y una precipitación media anual de 122,7 mm.

Según la estación Izobamba la precipitación mensual se presenta a continuación en la tabla 2

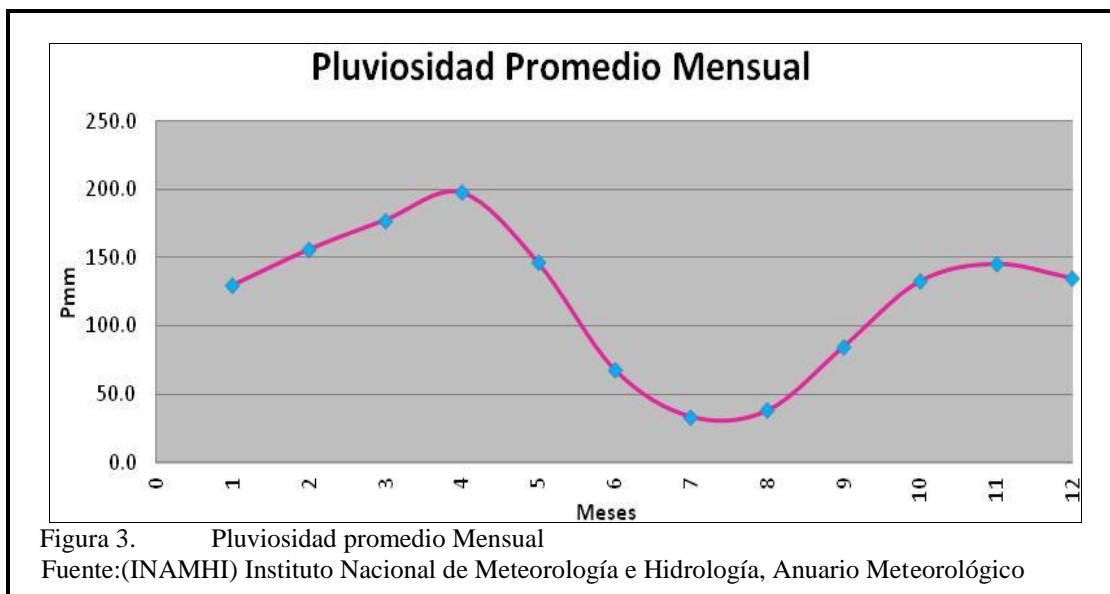
Tabla 2. Precipitación mensual (2012)

M003		IZOBAMBA										INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Máxima día	Mínima día	Media	Máxima día	Mínima día	Mensual			Mensual	Máxima en 24hrs		día		
		Máxima día	Mínima día	Máxima	Mínima													Mensual	
ENERO	198.2	21.7	2	2.2	2	19.8	6.1	13.0	97	13	33	2	74	7.9	10.8	45.6	29.3	23	10
FEBRERO	145.6	22.7	22	5.0	18	19.6	7.8	13.4	99	26	44	22	79	9.2	11.7	103.7	23.3	6	18
MARZO	137.5	22.0	8	4.6	25	19.2	7.5	13.1	98	13	44	8	79	9.2	11.7	114.2	44.6	30	17
ABRIL	110.0	20.8	2	6.0	21	18.4	8.3	12.7	100	3	49	22	85	10.0	12.3	289.2	32.6	5	27
MAYO	142.8	22.7	16	5.0	26	19.0	7.6	12.8	99	4	38	26	81	9.2	11.7	149.2	45.0	4	15
JUNIO	116.6	20.9	5	3.0	15	17.8	6.5	11.9	100	19	44	5	80	8.2	10.9	100.4	30.2	1	20
JULIO	156.4	21.0	21	3.1	22	18.3	5.8	11.5	100	6	40	22	79	7.6	10.5	196.2	44.0	5	19
AGOSTO	184.7	21.5	30	1.0	18	18.8	4.4	11.7	97	26	36	17	72	6.3	9.6	52.5	28.8	19	7
SEPTIEMBRE	139.4	21.3	10	2.7	21	18.5	5.6	11.8	98	2	33	10	73	6.6	9.8	79.5	15.7	1	19
OCTUBRE	145.4	21.5	1	2.1	2	18.6	6.3	12.1	100	19	37	10	79	8.1	10.8	89.7	19.3	21	16
NOVIEMBRE	96.3	20.6	5	2.0	22	17.1	5.8	10.8	100	13	44	6	86	8.3	11.0	249.4	35.6	15	22
DICIEMBRE	98.6	19.7	6	4.8	6	16.4	7.0	10.8	100	1	48	6	88	8.6	11.2	304.8	36.1	8	27
VALOR ANUAL	1671.5	22.7	1.0	18.5	6.6	12.1	100	33	79	8.3	11.0	1774.4	45.0						

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Anuario Meteorológico 2012

La estación lluviosa se distribuye de octubre hasta marzo, siendo marzo y abril los meses con la mayor intensidad de lluvias registradas, mientras que la estación seca comienza en julio y termina a mediados de septiembre.

Dentro de este régimen de lluvia, el número de meses ecológicamente secos son los de julio y agosto, tal como se observa en el en la figura 3.



2.2.1.3 Temperatura.

De acuerdo a la información correspondiente a la estación Meteorológica Izobamba - M003, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 13 °C.

2.3 Geomorfología

La ciudad de Quito está situada en una depresión formada por materiales volcánicos, de erosión pluvial, eólica y glaciaria que han incidido históricamente en la formación del relieve actual.

La zona de estudio geológicamente se desarrolla sobre rocas volcánicas del periodo cuaternario presentando relieves con pendientes fuertes en las estribaciones y quebradas. La acción erosiva es intensa debido a grandes precipitaciones en los meses de marzo y abril provocando deslizamientos que han modificado el relieve.

La avenida se proyecta sobre terrenos ondulados en los tres primeros kilómetros y continúa sobre terrenos llanos hasta el final. Se refiere al trazado de la vía sobre terreno llano cuando la pendiente transversal del terreno natural varía de 0% – 5% mientras que el trazado de la vía sobre terreno ondulado se considera cuando la pendiente transversal del terreno natural varía del 5% - 25% para el cual se considera un movimiento de tierras moderado en la etapa de construcción.

El valle del sur de Quito, zona de intervención del proyecto, se presenta como una planicie proveniente de depósitos de cangagua que cubre la topografía existente con una morfología semi-montañosa a plana. Estos depósitos tienen edades cuaternarias y provienen de sedimentos piro clásticos. La altura de la zona donde se proyecta el trazado de la vía varía entre 2800 y 3080 metros sobre el nivel del mar.

2.4 Formaciones geológicas y depósitos superficiales

En este apartado se realiza la descripción detallada de la geología que aflora en el área de estudio, para el análisis geológico de la avenida Padre Carollo se utilizó información de la hoja geológica de la ciudad de Quito a escala 1:50.000. La información es utilizada para la preparación del mapa geológico de la avenida, ver anexo 1: Mapa Geológico.

La litología (tipo de roca) presente en la avenida está representada principalmente por la formación cangagua a lo largo de su trayecto, además de depósitos coluviales.

2.4.1 Depósitos coluviales (Periodo Cuaternario) (m).

Son depósitos de ladera, producto del desprendimiento o deslizamiento de la roca o suelo. Estos depósitos son transportados por gravedad y principalmente por el agua, su composición depende de la roca de procedencia están formados por fragmentos angulares englobados en una matriz limo-arcillosa. Son materiales porosos y permeables.

2.4.2 Formación cangagua (Periodo Cuaternario) (QC).

Consiste en tobas alteradas, típicamente de colores amarillentos a marrones, intercaladas con depósitos de ceniza y lapilli de pómez, su espesor es mayor hacia las depresiones, valles, planicies y menor en las lomas que bordean a Quito. (Villagómez, 2003, pág. 67)

2.4.3 Depósitos lacustres (Periodo Cuaternario) (QL).

Son depósitos lagunares de ceniza poseen una textura limo – arenosa, estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales. (Buenas, 2013, pág. 2)

2.4.4 Sedimentos volcánicos del Atacazo (Periodo Cuaternario) (PA).

Estos depósitos están constituidos de lavas andesíticas indiferenciadas de color gris claro a oscuro. En la zona de estudio no se observa afloramientos por lo que se encuentran cubiertos por los depósitos lacustres de la formación Cangagua.

2.4.5 Volcano sedimentos Machángara (Periodo Cuaternario) (PM).

Son depósitos de lava tipo andesita de color gris oscuro, aglomerados, tobas y sedimentos mal clasificados. En la zona de estudio no se observa afloramientos por lo que se encuentran cubiertas por la formación Cangagua.

2.4.6 Formación macuchi (periodo cretáceo) (km).

Las rocas volcánicas de la formación son de dos tipos: lavas y brechas volcánicas. Las lavas son verdes y de grano fino. Las brechas volcánicas están compuestas de fragmentos angulares de lava. En la zona de estudio no se observa afloramientos por lo que se encuentran cubiertas por las formaciones más jóvenes. (OCP, 2011, pág. 3-4)

2.5 Tectónica y estructura geológica

La tectónica y la estructura geológica, es de principal importancia en la morfología de Quito. La arquitectura general del relieve está directamente relacionado con la edificación de la cordillera occidental de los Andes y sus flancos orientales de los complejos volcánicos Pichincha y Atacazo, los que dieron lugar al valle del sur de Quito zona del proyecto.

Un volcanismo de tipo explosivo contribuyó a la formación de valles de las cuencas andinas cubriéndolos de piroclastos y coladas de lavas.

De acuerdo con la información de la hoja geológica 65-SE Quito, la zona del proyecto no es atravesada directamente por fallas geológicas, pero existe una zona de fallas dispuestas en los alrededores del proyecto. Estas fallas están cubiertas por depósitos cuaternarios (fallas inferidas) con rumbo NNE. Las fallas son débilmente activas e inestables, debido a lo cual existe una posibilidad de riesgos civiles en la zona, ver anexo 1: Mapa Geológico.

Según el Código Ecuatoriano de la Construcción el proyecto se halla en la zona IV con relación a la sismicidad, con factor Z de aceleración máxima efectiva expresada como fracción de aceleración de gravedad igual a 0.4.

2.6 Riesgos naturales

La amenaza o riesgo es un fenómeno potencialmente destructor de origen natural, antrópico o mixto capaz de afectar a un territorio. La noción amenaza puede tener un origen natural pero se antropiza rápidamente, sobre todo en el medio urbano, lo que significa que el comportamiento de los hombres, las actividades y el uso de suelo influyen en diversos grados en los procesos físicos.

En el medio urbano, los destructores no son los procesos naturales en sí, sino muchas veces su transformación es por la antropización del medio. En el caso de las inundaciones, la cantidad, la velocidad y la trayectoria de los flujos superficiales se ven modificadas por la ocupación y la impermeabilización de los suelos.

En el caso de Quito, debido al contexto geodinámico, geomorfológico, hidroclimático y antrópico, las amenazas son variadas. Algunas tienen fuerte probabilidad de ocurrencia como las inundaciones ligadas a defectos de los colectores. Otras devienen con frecuencia menor como los sismos, o las erupciones volcánicas. (DMQ, 2008, pág. 75)

2.6.1 Riesgo volcánico.

La ciudad de Quito recientemente ha sido afectada directamente por dos erupciones, la del Guagua Pichincha (agosto, 1999) situado a menos de 15 km al oeste del centro histórico de Quito y la de El Reventador (noviembre, 2002), ubicado a un centenar de kilómetros de Quito, en la zona subandina. (Monar, 2010, pág. 155)

El largo periodo de caída de ceniza que produjeron ambos volcanes, perturbaron seriamente la actividad económica y social de la capital. Los volcanes Cotopaxi, Guagua Pichincha y Reventador, han generado a lo largo de su historia eruptiva eventos característicos. En base a ello, los fenómenos esperados son: flujos de lava, flujos piroclásticos, productos de proyección aérea (cenizas) y flujos de lodo (lahares).

En caso de la erupción de alguno de los volcanes mencionados el área del proyecto será cubierto por capas de ceniza que dependiendo del espesor podrían causar serias perturbaciones al funcionamiento urbano. De acuerdo a estudios realizados por la Escuela Politécnica Nacional de alcanzar un espesor mayor a 25 cm, se provocaría en la ciudad la paralización de los transportes, derrumbes, etc.

Por lo tanto el grado de vulnerabilidad de la zona ante una erupción volcánica sería baja a media dependiendo del tipo de erupción y las condiciones atmosféricas.

2.6.2 Riesgo sísmico.

El contexto geodinámico que origina las erupciones volcánicas también provoca los sismos que sacuden regularmente al Ecuador. Quito, a través de su historia, no ha conocido aparentemente sismos tan violentos.

Los sismos que pueden afectar a Quito provienen de tres fuentes. La primera es la zona de subducción entre la placa de Nazca y la Sudamericana, al oeste de la costa ecuatoriana. La segunda fuente es de origen continental y se sitúa en la placa Sudamericana principalmente bajo la zona andina y subandina. Finalmente, las

fallas situadas en el Distrito o en su proximidad pueden provocar sismos locales, como la falla Catequilla que generó el sismo en Pomasqui en el año 1990.

De acuerdo al mapa de Microzonificación del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) (anexo 2) la zona en estudio está representada por las zonas S2 y S3. La zona S2 está conformada por suelos blandos y la zona S3 está compuesta por suelos intermedios. Estos suelos presentan condiciones muy desfavorables al momento de un evento sísmico. Con las características indicadas se puede concluir que la zona presenta una vulnerabilidad alta ante un evento sísmico.

2.6.3 Riesgo geomorfológico.

La amenaza geomorfológica se puede presentar con desplazamientos gravitacionales de masas de terreno desestabilizadas bajo el efecto de fenómenos naturales (precipitaciones fuertes, sismos) o acciones antrópicas (demolición de tierras, deforestación).

Debido a las pendientes topográficas considerables por donde se proyecta la avenida, los taludes son susceptibles a estos fenómenos durante la etapa de construcción y servicio.

2.6.4 Riesgo hidroclimático.

La zona del Sur de Quito tiene amenazas hidroclimáticas fuertes debido a los aguaceros de corta duración, bien localizados y a veces acompañados de granizos, que se producen generalmente en la estación lluviosa, lo que lleva a las inundaciones y desgaste de los suelos.

Al desarrollarse la vía en terrenos llanos podría haber la presencia de inundaciones en la época de invierno.

2.7 Caracterización geotécnica de la subrasante

El estudio geotécnico-vial de la avenida Padre Carollo es realizado por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana, donde se han realizado trabajos de campo y de laboratorio.

2.7.1 Trabajos de campo.

Para evaluar el suelo de la subrasante se han realizado calicatas cada 500m de acuerdo con las normas del MOP.

Los suelos de la subrasante fueron muestreados en la profundidad explorada de hasta 2 m con la finalidad de realizar la clasificación AASHTO y determinar los CBRs de laboratorio y luego el CBR de diseño.



2.7.2 Ensayos de laboratorio.

Con las muestras obtenidas de campo, en laboratorio se realizaron ensayos de humedad natural, Límites de Atterberg, granulometría, clasificación según AASHTO, Proctor Modificado y ensayo triaxial.

2.7.2.1 Contenido de humedad.

El ensayo del contenido de humedad natural (Norma ASTM D 2216) determina la cantidad de agua natural que tiene el suelo, expresada como porcentaje en relación a la masa seca del suelo.

2.7.2.2 Clasificación AASHTO.

La clasificación se realiza en base a los resultados del ensayo granulométrico de las muestras de las calicatas, en especial el tamizado del N° 10, N° 40, y N° 200. Adicionalmente se usa los valores de los límites líquido y plástico del material que pasa el tamiz N°40. También es necesario tener en cuenta el índice de grupo (IG) que varía de 0 a 20. El procedimiento del ensayo granulométrico se muestra en la Norma ASTM D 422.

2.7.2.3 Límites de consistencia (Límites de Atterberg).

a) Límite líquido

Es la cantidad de agua necesaria que el suelo debe contener, para que se presente la conversión de un estado plástico a un estado semilíquido. El procedimiento se encuentra establecido en la Norma ASTM D 4318.

b) Límite plástico

Se conoce como límite plástico al contenido de humedad que requiere el suelo para que exista la transición de estado plástico al estado semisólido. El procedimiento se encuentra establecido en la Norma ASTM D 4318.

2.7.2.4 Compactación proctor modificado.

La finalidad del ensayo Proctor es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permite la mejor compactación para una energía dada. Está basado en el hecho

de que la compacidad es proporcional a la densidad del terreno seco. El procedimiento se encuentra establecido en la Norma ASTM D 1557.

2.7.2.5 CBR de laboratorio.

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) determina el valor de CBR de los suelos en porcentaje, cuando son compactados y ensayados en el laboratorio, mediante la comparación entre la carga de penetración en el suelo y aquella de un material normalizado o estándar. La finalidad de este ensayo es determinar la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El procedimiento de ensayo se encuentra establecido en la Norma ASTM D 1883-73.

El resultado del CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos utilizados como subrasantes, sub-bases y bases bajo el pavimento de carreteras. La siguiente tabla muestra una clasificación cualitativa del suelo típica:

Tabla 3. Categorías de la subrasante y clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos según valor de CBR

Uso	Clasificación cualitativa del suelo	CBR (%)
S0 : Subrasante	muy pobre	< 3
S1 : Subrasante	pobre	3 - 5
S2 : Subrasante	regular	6 - 10
S3 : Subrasante	buena	11 - 19
S4 : Subrasante	muy buena	> 20
Sub-base	buena	30 - 60
Base	buena	60 - 80
Base	excelente	80 - 100

Fuente: Ing. Assis A., 1988

Los valores del índice CBR oscilan entre 0 y 100. Cuanto mayor es su valor, mejor es la capacidad portante del suelo. Valores por debajo de 6, deben descartarse.

2.7.2.6 Ensayo triaxial U – U.

Para dar una estimación de los taludes de corte a realizarse en la abscisa 3 + 500 se ha tomado una muestra a 2.5 metros de profundidad para ensayar en laboratorio por el método de ensayo triaxial (U-U) no consolidado no drenado. La finalidad de este ensayo es determinar el ángulo de fricción interno (ϕ) y la cohesión (C) del suelo,

parámetros de resistencia al corte que influyen directamente en el diseño y estabilidad de taludes.

2.7.3 Resultados.

2.7.3.1 Clasificación AASTHO.

Los tipos de suelos que se encuentran a lo largo de la avenida se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de los suelos según el sistema AASHTO

Abscisa	Profundidad (m)	Clasificación AASHTO	Tipos de materiales	Calificación del material para			
				Subrasante	Sub base	Base	Terraplén
0+010	0.5	A-7-5 (6)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Bajo
	1.0	A-6 (9)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Bajo
	1.5	A-6 (6)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
0+500	0.5	A-6 (9)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
	1.0	A-6 (8)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
	1.5	A-6 (7)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
1+000	0.5	A-4 (4)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.0	A-4 (5)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.5	A-6 (7)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Deficiente
1+500	0.5	A-6 (5)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Deficiente
	1.0	A-4 (5)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.5	A-6 (3)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Deficiente
2+000	0.5	A-7-6 (11)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Bajo
	1.0	A-4 (2)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.5	A-6 (3)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Deficiente

Continúa...

Tabla 4. Clasificación de los suelos según el sistema AASHTO
Continuación...

Abscisa	Profundidad (m)	Clasificación AASHTO	Tipos de materiales	Calificación del material para			
				Subrasante	Sub base	Base	Terraplén
2+500	0.5	A-4 (5)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.0	A-4 (3)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.5	A-4 (5)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
3+000	0.5	A-7-5 (12)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Bajo
	1.0	A-6 (6)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
	1.5	A-4 (1)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
3+500	0.5	A-4 (4)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.0	A-4 (4)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.5	A-4 (6)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
4+000	0.5	A-7-5 (11)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Bajo
	1.0	A-7-5 (15)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Bajo
	1.5	A-7-6 (7)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Bajo
4+500	0.5	A8	Suelos orgánicos	Inadecuado	Inadecuado	Inadecuado	Inadecuado
5+000	0.5	A8	Suelos orgánicos	Inadecuado	Inadecuado	Inadecuado	Inadecuado
5+500	0.5	A-4 (3)	Material limoarcilloso (suelo limoso)	Regular	Deficiente	Deficiente	Deficiente
	1.0	A-6 (6)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Bajo	Bajo	Deficiente
	1.5	A-6 (3)	Material limoarcilloso (suelo arcilloso)	Malo	Baja	Baja	Deficiente

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana

De la tabla 4 se visualiza, que la avenida desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+000 se proyecta sobre materiales limoarcillosos pertenecientes al grupo **A-6** con

un índice de grupo que varía de 6 a 9. Este tipo de suelo se encuentra a una profundidad de 1.5 m y se considera malo para la subrasante.

A partir de la abscisa 2+000 hasta la abscisa 3+500 la vía se proyecta sobre materiales limoarcillosos pertenecientes al grupo **A-4** con un índice de grupo de 1 a 6. Este tipo de suelo se encuentra a una profundidad de 1.5 m y se considera regular para la subrasante.

Entre las abscisas 3+500 y 4+000 se encuentra un material limoarcilloso perteneciente al grupo **A-7-6** con un índice de grupo igual a 7. Este tipo de suelo se encuentra a una profundidad de 1.5 m y se considera malo para la subrasante.

Desde la abscisa 4+000 hasta la 5+000 se encuentran suelos orgánicos pertenecientes al grupo **A-8** considerados como inadecuados para la subrasante.

A partir de la abscisa 5+000 se encuentra un material limoarcilloso perteneciente al grupo **A-6** con un índice de grupo igual a 3. Este tipo de suelo se encuentra a una profundidad de 1.5 m y se considera malo para la subrasante.

2.7.3.2 CBR (índice california bearing ratio).

La resistencia al corte del suelo a lo largo de la avenida se muestra en la tabla 5 y 6 de acuerdo a dos sectores respectivamente.

Tabla 5. Resultados de los ensayos de CBR abscisas 0+000 hasta 3+500

CALCULO DEL PERCENTIL 85 (SECTOR 1)					
ABSCISA	ORDINAL	CBR	CBR	% ACUMULADO	PERCENTIL 85
0+000	1	12	32	10,0	
0+000	2	18	28	20,0	
0+300	3	16	25	30,0	
0+500	4	22	22	40,0	
1+000	5	20	20	50,0	
1+500	6	28	18	60,0	
2+000	7	10	16	70,0	
2+500	8	25	12	80,0	
3+000	9	11	11	90,0	11,5
3+500	10	32	10	100,0	
CBR DE DISEÑO = 11,5 %					

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana

De la tabla se observa el CBR para el diseño de la estructura del pavimento de 11.5% para el sector 1. De acuerdo a la tabla 3 y al valor de CBR para este sector se considera cualitativamente a la subrasante como buena.

Tabla 6. Resultados de los ensayos de CBR abscisas 3+500 hasta 5+500

CALCULO DEL PERCENTIL 85 (SECTOR 2)					
ABSCISA	ORDINAL	CBR	CBR	% ACUMULADO	PERCENTIL 85
4+000	1	19	19	25,0	
4+500	2	7	10	50,0	
5+000	3	4	7	75,0	5,8
5+500	4	10	4	100,0	
CBR DE DISEÑO = 5,8%					

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana

De la tabla se observa el CBR para el diseño de la estructura del pavimento de 5.8 % para el sector 2. De acuerdo a la tabla 3 y al valor de CBR para este sector se considera cualitativamente a la subrasante como regular.

2.7.3.3 Triaxial no consolidado no drenado (U – U).

En la siguiente tabla se presenta las propiedades del suelo determinadas mediante el ensayo triaxial.

Tabla 7. Resultados del ensayo triaxial en la abscisa 3+500.

Contenido de Agua	30 %
Densidad natural	1758 kg/cm²
Relación de vacíos	0.96
Grado de saturación	83%
Cohesión	0.378 kg/cm²
Angulo de fricción	7.50 °

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica salesiana.

Según el modelo de Rankine se determina la inclinación del talud utilizando la fórmula: (DAS, 2010, pág. 50)

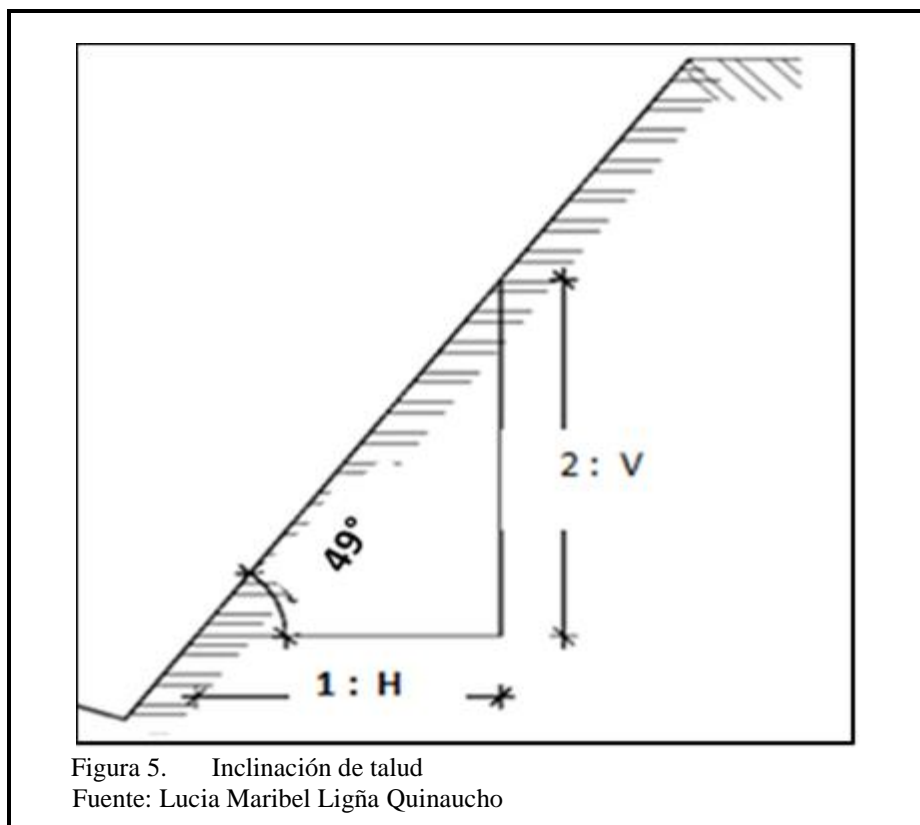
$$\beta = 45 + \phi/2.$$

Dónde:

β = ángulo de inclinación del talud

ϕ = ángulo de fricción interno del suelo igual a 7.50 ° determinado en el ensayo triaxial.

De acuerdo con el modelo mencionado los taludes en corte para la vía se recomienda realizarlos con una inclinación de 1 H:2 V como se muestra en la figura 5.



2.7.4 Resumen de resultados.

A continuación se presenta los resultados en resumen de las propiedades del suelo de la subrasante, expuestos en los puntos anteriores.

Abscisa	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico	Índice de grupo	Clasificación AASHTO
0+010	34	22	12	4	A-6 (6)
0+500	36	25	11	7	A-6 (7)
1+000	38	26	12	7	A-6 (7)
1+500	34	23	11	3	A-6 (3)
2+000	32	21	11	3	A-6 (3)
2+500	37	27	10	5	A-4 (5)
3+000	28	19	9	1	A-4 (1)
3+500	38	29	9	6	A-4 (6)
4+000	43	29	14	7	A-7-6 (7)
4+500					A8
5+000					A8
5+500	35	22	13	3	A-6 (3)

Tabla 8. Resumen de resultados de propiedades del suelo

Abcisa	Humedad natural (%)	Humedad óptima (%)	Densidad seca máxima (g/cm ³)	CBR de diseño
0+010	31	18.55	1.708	11.5
0+500	36	21.29	1.709	11.5
1+000	26	19.1	1.644	11.5
1+500	27	17.91	1.693	11.5
2+000	30	20.1	1.63	11.5
2+500	30	18.75	1.699	11.5
3+000	27	29.35	1.39	11.5
3+500	18	18.02	1.709	11.5
4+000	40	28.79	1.314	11.5
4+500	100	41.55	1.138	5.8
5+000	100	65.75	0.821	5.8
5+500	25	25	21.07	5.8

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana

2.8 Fuentes de materiales

Para el efecto de definir las fuentes de materiales que puedan satisfacer las necesidades constructivas de la obra tanto para la estructura del pavimento como para las obras de arte complementarias, se realizó la investigación de canteras de donde se explota el material pétreo.

Como posibles fuentes de materiales más cercanas al proyecto se puede mencionar las siguientes:

- Cantera Pintag
- Cantera Pifo

2.8.1 Cantera Pintag.

Esta cantera llamada El Volcán se encuentra a 5km de la población de Pintag. Produce entre 700 a 800 m³ diarios.

Los materiales que se extraen de esta cantera son gravas, polvo de piedra, materiales que se utilizan para agregados de hormigones, bases y subbases de pavimentos.

Esta cantera se ubica a una distancia de 48 km desde el proyecto y el tiempo estimado de recorrido es de 110 minutos (ver anexo 4).

2.8.2 Cantera Pifo.

La cantera está ubicada en la Provincia de Pichincha, al Sur – Este de la ciudad de Quito, en las coordenadas: Longitud = 798900 y Latitud = 9973500 - UTM PSAD 56, próxima a la comunidad de Pifo.

El ingreso a la cantera se encuentra en la carretera Quito-Papallacta. El material de la cantera está representado por la roca andesita y es utilizado como agregado para hormigón y material para base y subbase.

La cantera posee 36 hectáreas de superficie, y con una capacidad aproximada de la fuente de 10'000.000 de m³, volumen que satisface en forma total los requerimientos de proyecto.

Esta cantera se ubica a una distancia de 42 km desde el proyecto y el tiempo estimado de recorrido es de 90 minutos (ver anexo 4). Esta cantera se considera ser más aceptable para proveer de materiales pétreos al proyecto por ubicarse a una distancia más corta desde el proyecto y por poseer el costo del En lo que se refiere al trazado vial de la Av. Padre Carollo debe ajustarse a un diseño previo realizado por la Administración Zonal Quitumbe, en donde se hallan lineamientos específicos en el tramo inicial, se construye por parte de la Administración Zonal Quitumbe en un tramo de 700m a partir de esto se ubica el punto inicial del proyecto, además se prevé la construcción de un puente que atraviesa la quebrada el Conde. A partir de la abscisa 0+400 el proyecto debe ser parte de la red vial existente en el barrio Tréboles del Sur, debido a que debe cumplir con la faja de diseño establecida.

A continuación en la tabla se muestra un resumen de las propiedades mecánicas de los agregados de esta cantera.

Tabla 9. Propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Pifo

Propiedades de los materiales de la cantera de Pifo			
Propiedades	Agregado grueso pasante 1 1/2"	Agregado grueso pasante 1 "	Agregado fino
Contenido de humedad (% W)	1.21	1.9	5.2
Peso unitario suelto(P.U.S) kg/m ³	1198	1236	1425
Peso unitario compacto(P.U.C) kg/m ³	1387	1456	1547
Peso específico(Pe.s.s.s) kg/m ³	2580	2632	2463
Absorción %	2.21	1.69	4.03
Desgaste a la abrasión %	29.6	28.2	

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-Laboratorio de ensayo de materiales, Estudio geotécnico vial avenida Escalón 2

2.9 Zonificación geológica – geotécnica por tramos

El trazado de la avenida casi en su totalidad se desarrolla sobre la unidad cangagua y sobre suelos residuales de la unidad, los cuales son de tipo arcillas y limos.

Se ha dividido el proyecto en 3 tramos con el fin de exponer con claridad las características geológicas-geotécnicas.

2.9.1 Tramo 1: Abscisas 0+000 a 4+000.

La morfología se presenta regular y ondulada por lo que la pendiente transversal del terreno donde se proyecta la vía, varía desde 0° a 25° (anexo 5). El drenaje es medio por la presencia de materiales poco permeables.

El proyecto se lo ha diseñado con cortes, que alcanzan los 8 metros de altura en la abscisa 3 + 500. Este corte se lo realizará en las tobas (rocas piroclásticas).

Según los resultados del ensayo triaxial se recomienda que la inclinación de los taludes de corte para esta abscisa sea 1H:2 V.

2.9.2 Tramo 2: Abscisas 4 + 000 a 5 +000.

La vía se proyecta sobre relieves planos, cuya composición de suelos son de tipo orgánicos y turbas (anexo 3).

El drenaje es bajo por ser zona plana y por la presencia de suelos orgánicos. Cabe destacar que en las épocas lluviosas el nivel freático es bastante alto y a veces en la superficie.

2.9.3 Tramo 3: Abscisas 5 + 000 a 5 + 500.

Este tramo se proyecta sobre relieves ondulados con pendiente transversal del terreno de 0° a 15° (anexo 5). Los terrenos en este tramo son suelos limos y arcillas, los cuales son poco permeables generando un drenaje medio.

En el anexo 5 se muestra las fotografías señaladas en la descripción de tramos.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

3.1 Alcance

El diseño hidrológico e hidráulico está relacionado con el aplacamiento de los efectos contraproducentes causados por caudales de escorrentía altos; las calles, veredas y otros elementos destinados al tránsito de personas o vehículos recibirán parte importante de las lluvias que se susciten en el área del proyecto y se pueden considerar como los elementos iniciales del sistema de drenaje, como su principal tarea no es conducir aguas lluvias, se debe tener especial precaución para evitar disfuncionalidades que impidan el tránsito o vayan en detrimento de las estructuras viales, considerando las capacidades de conducción de agua y la forma de evacuarla hacia los sistemas de drenaje propiamente.

En este capítulo se calculará: el caudal de escurrimiento superficial aportante a las estructuras viales y la capacidad hidráulica de estas estructuras para evacuar estos caudales.

En el caso del agua en cauces importantes que cruzan por la vía, como es la Quebrada El Conde a la altura de la abscisa 0+344.22 del eje se tiene previsto realizar un puente cuya luz estará en función del estudio hidrológico, el mismo que se desarrollara en otra tesis por lo tanto no forma parte de análisis en este proyecto.

El drenaje de la plataforma vial tiene dos características marcadas a lo largo de la vía como son: zonas urbanizadas y zonas con mayoría de vegetación (en su mayoría pastizales) escasamente afectada por predios, la misma que es potencialmente urbanizable; debido a esto las obras de drenaje de estas plataformas viales se incluirán de dos tipos, en el primer caso sumideros transversales en solera de espaldón-cuneta y/o sumideros longitudinales que descarguen en las redes secundarias existentes y en el segundo caso cunetas longitudinales que descarguen a zonas inundables o cauces naturales menores que deberán ser provistos además con alcantarillas de paso.

3.2 Información utilizada

Para alimentar el contenido de este capítulo se necesita cierta información que esté respaldada por instituciones especializadas en los ámbitos de la hidrología e hidráulica, por ello se describe las más importantes y su aportación dentro de este apartado.

“Normas de Alcantarillado 2009 EMAAPQ (actual EPMAPS)”, en estas normas están importantes criterios tomados y las ecuaciones de I-D-F que permiten el cálculo de caudales pluviales, estas ecuaciones están zonificadas de acuerdo a ciertas estaciones meteorológicas del INAMHI.

Además, de la misma empresa se obtuvieron los sumideros y rejillas tipo usados comúnmente en el drenaje pluvial del D.M.Q., y una base de datos de las redes de alcantarillado existentes en ciertos tramos de la vía proyectada, en los tramos que se obtuvo información se catastró la información por parte de los autores de esta tesis.

Para el trazado de áreas de aportación se recurrió a información topográfica (curvas de nivel y levantamiento de estructuras), planos cartográficos del IGM y a fotografía tomada del programa Google Earth 2013.

De la “Hidrología Aplicada” de Ven Te Chow se adoptaron importantes criterios y coeficientes para el cálculo hidrológico. Para los cálculos hidráulicos se consultaron algunos autores más que serán citados a lo largo de la capítulo oportunamente.

3.3 Estudio hidrológico

3.3.1 Generalidades.

La vía en estudio se encuentra a una cota promedio de 3000 msnm y en el extremo sur-este del Distrito Metropolitano de Quito.

Las áreas de aportación son en un 40% urbana y en un 60% no urbano, dentro de este último porcentaje existe una proyección del 30 % a ser urbanizado a mediano plazo.

Ubicación del proyecto Av. Padre Carollo

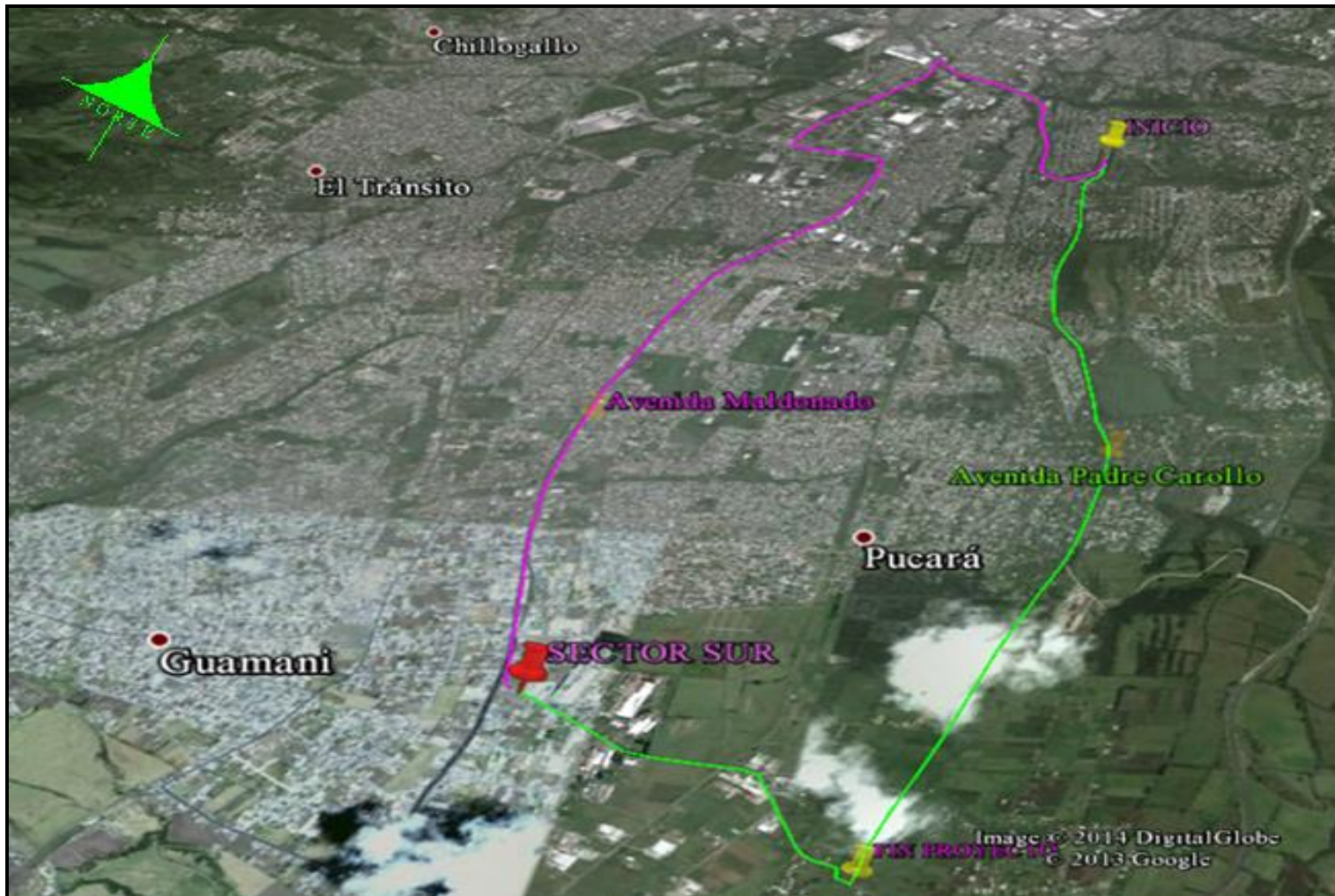


Figura 6. Ubicación del proyecto
Fuente: Google Earth

3.3.2 Climatología.

El clima del sur de la ciudad de Quito área de influencia del proyecto corresponde al clima ecuatorial frío húmedo, con temperaturas que varían de 6,6 °C la mínima a una máxima de 18,5 °C.

Los datos recopilados en el presente estudio corresponde a los de la estación meteorológica Izobamba – M003, ubicada al sur – este de la ciudad de Quito, en las coordenadas UTM 772372 m Este, y, 9959896 m Norte. Se optó por esta estación debido a que dispone información actualizada, adicionalmente, es la más cercana al proyecto avenida Padre Carollo. Para la caracterización de las condiciones climatológicas de la zona del proyecto se analizó un periodo de 10 años que va desde el año 2000 al año 2010.

3.3.3 Características climatológicas.

3.3.3.1 Precipitación.

El análisis de variación interanual y mensual de la pluviosidad en la zona del proyecto vial se sustenta en los registros de la estación meteorológica Izobamba.

En la tabla 10 se muestran las precipitaciones características mensuales y anuales en (mm) de la estación meteorológica Izobamba.

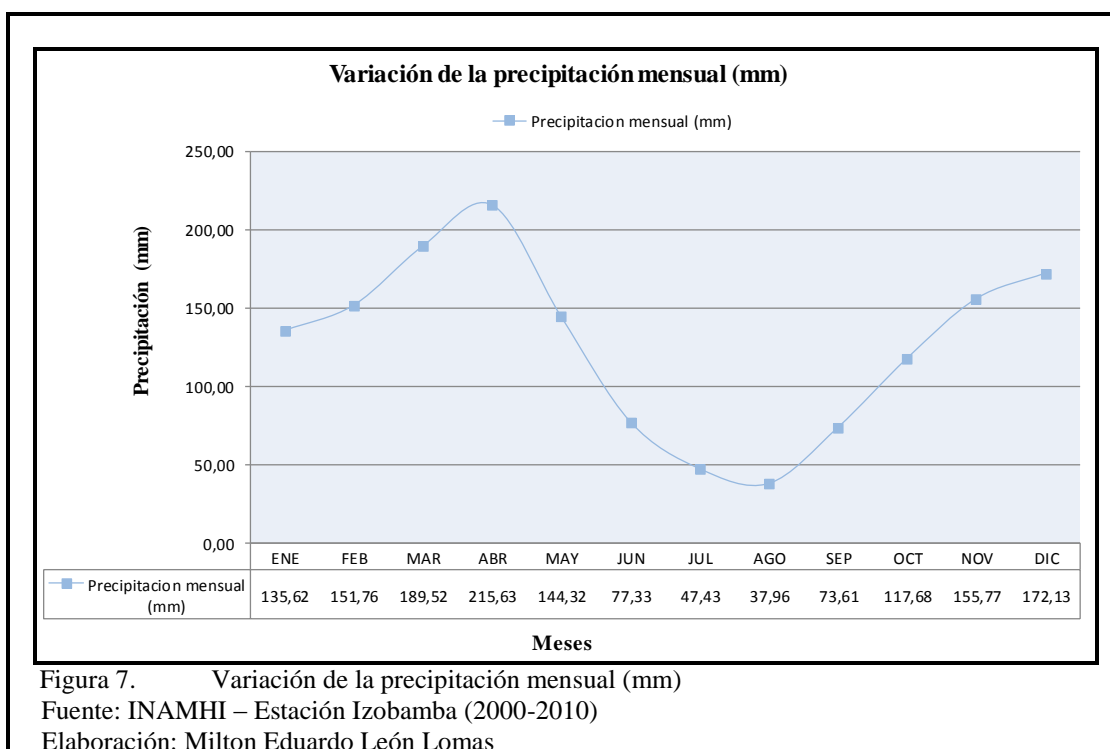
Tabla 10. Precipitaciones características mensuales y anuales (mm)

Estación	Precipitaciones mensuales (mm)			Precipitaciones anuales (mm)		
	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima	Máxima
Izobamba	126,56	37,96	215,63	1518,74	511,40	2810,60

Fuente: INAMHI – Estación Izobamba (2000-2010);

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

En la figura 7 se muestra la variación de la precipitación media mensual, caracterizada por un período lluvioso entre octubre y marzo de cada año, y un período seco regular entre julio y septiembre. También se evidencia que los picos máximos de precipitación ocurren en los meses de marzo y abril con valores cercanos a 203 mm/mes.



3.3.3.2 *Temperatura.*

Se entiende por temperatura el grado de calor o frío de la atmosfera. En la tabla 11 se muestran las temperaturas características para la zona de estudio considerando los datos de la estación meteorológica Izobamba.

Tabla 11. Temperaturas mensuales (°C)

Estación	Temperaturas mensuales (°C)		
	Media	Mínima	Máxima
Izobamba	12,0	6,6	18,5

Fuente: INAMHI – Estación Izobamba (2000-2010);

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

3.3.3.3 *Humedad relativa.*

La humedad relativa del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmosfera y está relacionado con la temperatura y precipitación. En la tabla 12 se muestra las humedades relativas características para la zona de estudio considerando los datos de la estación meteorológica Izobamba.

Tabla 12. Humedad relativa mensuales (%)

Estación	Humedad relativa mensuales (%)		
	Media	Mínima	Máxima
Izobamba	78,2	69	83

Fuente: INAMHI – Estación Izobamba (2000-2010)

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

3.3.3.4 Heliofania.

La heliofania representa la duración del brillo solar u horas sol, en la estación Izobamba se registra que los meses de mayor incidencia son Enero con 198.2 horas sol, Julio con 156.4 horas sol, y Agosto con 187.4 horas sol

3.3.4 Áreas de aportación.

De acuerdo al levantamiento topográfico para el proyecto, fotografías aéreas y el diseño geométrico vial, la vía se desarrolla a media ladera.

El área de aportación de los elementos de drenaje para cada uno de los tramos que comprende la longitud de la vía contiene zonas urbanizadas y no urbanizadas como se visualiza en la figura 8 se observa el trazado de las áreas de aportación (de color azul) en el inicio del proyecto.

A continuación se presenta el trazado de las áreas de aportación en línea azul para el diseño de cunetas.



Las zonas urbanizadas que corresponden al 40% de las áreas de aportación a lo largo de la vía constan de viviendas unifamiliares con vías adoquinadas y tienen servicios básicos de alcantarillado, agua potable y luz eléctrica.

Dentro del 60% restante de las áreas de aportación a lo largo de la vía existen:

- Zonas boscosas a partir de la abs. 0+394.22 hasta la abs. 1+1100.00.

- Pastizales a partir de la abs. 1+640.00 hasta la abs. 2+130.00 con proyección urbanizable a mediano plazo.
- Pastizales y cultivos desde la abs. 3+180.00 hasta la abs. 5+411.12 con escasa proyección urbanizable y existe poca cobertura de redes de alcantarillado lo que dificulta la descarga de los caudales pluviales que se generan al implementar la vía.

Para el diseño de obras de drenaje las áreas de aportación se asumen como zonas urbanas, porque el Distrito Metropolitano de Quito está encaminado a urbanizar estas zonas a mediano plazo.

3.3.5 Caudal de diseño.

Es el máximo volumen de agua que llegará a las obras de drenaje, producto de las precipitaciones que ocurren en la zona del proyecto.

Existen varias metodologías y criterios para estimar los caudales de diseño de las obras de drenaje superficial de la plataforma vial, su empleo están sujetos a la información hidrológica y la importancia del elemento que se va a diseñar. Para la determinación y cálculo de las obras de drenaje vial como son cunetas y alcantarillas se utiliza el método racional. (EPMAPS, 2009, pág. 78)

3.3.5.1 Método racional.

Para cuencas de tamaños menores de 200 hectáreas y de características hidrológicas –hidráulicas simples, es decir sin elementos de detención o retardos, se podrá aplicar el método racional.

El método racional supone que el escurrimiento máximo proveniente de una tormenta es proporcional a la lluvia caída, cuando la tormenta llega al tiempo de concentración t_c en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida, supuesto que se cumple en forma más rigurosa en cuencas mayoritariamente impermeables o urbanizadas como es una parte importante el suelo en nuestro caso.

La expresión para el caudal en este método es el siguiente:

$$Q = \frac{CiA}{3.6}$$

Dónde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A = área de aporte en km²

i = intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

3.3.5.2 Coeficiente de escorrentía

Es la variable menos precisa del método racional, integra una gran cantidad de variables hidrometeoro lógica y características de infiltración morfológicas del suelo y condiciones de uso, cobertura y ocupación del suelo, etc. (Chow, 2000, pág. 69)

Inspecciones de campo y fotografías aéreas han sido criterios y herramientas útiles para determinar las características de las áreas de drenaje y la estimación del coeficiente de escorrentía, se basó en la tabla “Coeficientes de escorrentía para ser usados en el Método Racional” de Ven Te Chow, la misma que es la base para los valores que consideran las normas de la EPMAPS 2009.

La tabla 13 muestra los coeficientes de escorrentía para ser usado por el método racional.

Tabla 13. Coeficientes de escorrentía

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

Fuente: Ven Te Chow, hidrología aplicada

3.3.5.3 Área de drenaje.

Corresponde a una determinada área geográfica de la vía a servir con un sistema de drenaje pluvial, la cual se define con límites o divisorias que encierran las sub-cuencas de aporte superficial del escurrimiento de la precipitación.

Además, de las fronteras reales de las sub-cuencas los límites de las mismas suelen estar alteradas por obras que el hombre realiza tales como caminos, calles, alcantarillas, bordillos, vías de ferrocarril y otras obras de drenaje, etc. Para su trazado se basó en la topografía de la faja, planos cartográficos y de restitución, y, fotografía aérea.

3.3.5.4 Intensidad de lluvia.

De acuerdo a la recomendación de la EMAAPS para los proyectos que se elaboren en la ciudad Quito y sus alrededores se emplearán las ecuaciones de **intensidad-duración-frecuencia** desarrolladas por la EPMAAPS (ex-EMAAP-Q) en el proyecto Shishilad. (EPMAAPS, 2009, pág. 73)

Para el sur de Quito área de influencia del proyecto vial, se tiene la siguiente ecuación (1) para el cálculo de la **intensidad**, que es la tasa entre la altura de lluvia y la duración del intervalo de diseño (mm/h):

- Izobamba (0°21'45''S 78°33'11''O 3058msnm)

Ecuación 1: Intensidad de lluvia

$$I = \frac{74.714T^{0.0888} * [\ln(t + 3)]^{3.8202} * \ln(T)^{0.1892}}{t^{1.6079}}$$

Dónde:

I = intensidad de lluvia en mm/h

T = periodo de retorno en años

t = tiempo de concentración en minutos

Para el cálculo de los caudales, se selecciona la ecuación (1) porque corresponde a la estación Izobamba más cercana a la zona del proyecto.

Para utilizar esta ecuación se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones

- El período de retorno T (años) para el cual son aplicables está comprendido entre 2 y 50 años.
- La duración de la lluvia (min) para la cual son aplicables está comprendida entre 5 y 360 minutos. (EPMAAPS, 2009, pág. 72)

3.3.5.5 Tiempo de concentración.

Es el tiempo que se tarda una partícula de agua en desplazarse desde el punto más lejano de la cuenca o micro cuenca hidrológica hasta el punto donde intercepta la vía.

Para determinar el tiempo de concentración se utiliza la ecuación (2) de Kirpich, debido a su probada validez para superficies bien definidas como las vías y a las pendientes relativamente altas que tienen los barrios de estas zonas que aportaran al escurrimiento del orden del 5 al 10%. (EPMAPS, 2009, pág. 88)

Ecuación 2: Tiempo de concentración

$$t_c = 0.0194 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.3885}} \right)$$

Dónde:

t_c = tiempo de concentración en minutos

L = longitud del área de aportación en metros

S = pendiente de la micro cuenca de aportación en m/m

3.3.5.6 Periodo de retorno.

Los factores determinantes en la selección del periodo del evento de diseño son el costo y el grado de seguridad que se desea dar a la estructura hidráulica.

La magnitud óptima para el diseño es aquella que equilibra las consideraciones de costo y seguridad. En la práctica se usan tres procedimientos para establecer el nivel de diseño, siendo el más utilizado el método de análisis de riesgo.

La frecuencia de diseño a elegirse depende de dos cosas: el riesgo que se permite correr y el periodo de vida útil de la obra a defenderse de posibles inundaciones, para lo cual se aplica el método de Gumbel ecuación (3).

Ecuación 3: Probabilidad de falla o riesgo

$$r = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dónde:

r = probabilidad de falla o riesgo (%)

T = Período de retorno (años)

n= Vida útil (años)

Para el diseño de cunetas y sumideros, se fijará el período de retorno mediante la tabla 14:

Tabla 14. Periodos de retorno

Períodos de retorno para diferentes ocupaciones de área		
Tipo de Obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificio de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 a 25
Macro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Macro drenaje	Áreas de importancia específica	50 a 100

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMMAAP-Q 2009

En función de lo anterior se puede observar mediante visitas de campo y fotografía aérea de que la vía atraviesa áreas eminentemente residenciales en su parte norte, pastizales en el centro-sur e industriales en su parte sur.

Uno de los objetivos principales de la vía es absorber parte del tráfico que se suscita en dos arterias principales del sur de la ciudad como son: Av. Morán Valverde (que se prolonga hasta la Av. Simón Bolívar) y Av. Pedro Vicente Maldonado, por lo que se fijará el periodo de retorno (T) en 10 años de acuerdo a la tabla 14 según tipo de obra (micro drenaje) y tipo de ocupación (vías de tránsito intenso).

La tabla 15 representa los valores de la probabilidad de falla en función de la ecuación (3):

Tabla 15. Periodos de retorno

		Probabilidad de falla o Riesgo durante el periodo de vida útil de la estructura						
T	n	1	10	15	20	25	50	100
	5		20.00%	89.26%	96.48%	98.85%	99.62%	100.00%
10		10.00%	65.13%	79.41%	87.84%	92.82%	99.48%	100.00%
15		6.67%	49.84%	64.47%	74.84%	82.18%	96.82%	99.90%
20		5.00%	40.13%	53.67%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25		4.00%	33.52%	45.79%	55.80%	63.96%	87.01%	98.31%
30		3.33%	28.75%	39.86%	49.24%	57.15%	81.64%	96.63%
35		2.86%	25.16%	35.26%	44.00%	51.55%	76.53%	94.49%
40		2.50%	22.37%	31.60%	39.73%	46.90%	71.80%	92.05%
45		2.22%	20.13%	28.62%	36.20%	42.98%	67.49%	89.43%
50		2.00%	18.29%	26.14%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100		1.00%	9.56%	13.99%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

Así para la vida útil de la vía colectora Padre Carollo es de 20 años, se está escogiendo para las obras de drenaje un periodo de retorno (T) de 10 años, lo que representa que la probabilidad de excedencia anual sería del 10%, y la probabilidad de excedencia en el ciclo de su vida útil sería del 92.82% (ver tabla 15), lo que ratifica la elección del período de retorno en función de un riesgo aceptable y atendiendo los factores técnico-económicos.

3.4 Estudio hidráulico

3.4.1 Cuneta.

Son elementos iniciales del sistema de alcantarillado y su finalidad es recolectar el escurrimiento superficial que se producirá en las vías, áreas urbanas y laderas aportantes como es en este caso. Las cunetas serán de sección triangular por la ventaja de la suave transición de la pendiente transversal de la vía hacia el canal de recolección que se puede obtener con esta geometría, en especial en esta vía que está categorizada como arteria principal y supone velocidades importantes y así evitar daños o percances en maniobras drásticas de conducción vehicular.

Debido a que los espaldones propuestos en la sección típica son de 1.70 m, tenemos que encuadrar nuestra cuentas en esta longitud, de tanteos hechos se define usar en el lado oriental que drena media vía y ladera el 1.70 de espaldón como zona inundable,

en tanto que el lado occidental que drena exclusivamente la otra mitad de la vía 0.70 m como zona inundable para la conducción de la cuneta.

3.4.1.1 Dimensionamiento de cunetas.

Por lo general el método de diseño de cunetas consiste en verificar el funcionamiento hidráulico de la sección mediante la expresión de Manning, lo cual se resuelve mediante el nomograma de Izzard; sin embargo del mérito de esta ecuación y su difundido uso hasta nuestros días, esta es más acertada para flujo completamente turbulento, además fue deducida empíricamente usando rugosidades de la época que poco han variado hasta la actualidad, lo que representa cierta cuota adicional de incertidumbre en los cálculos y, por otra parte el hecho de usar nomogramas dificulta el dimensionamiento mediante una hoja de cálculo lo cual actualmente es poco práctico.

La normativa no exige el empleo de esta metodología para el dimensionamiento de cunetas. Por todo lo anterior la ecuación de diseño para cunetas triangulares urbanas será la de Darcy-Weisbach (para flujo no turbulento) en combinación con la Colebrook-White (ecuación para flujos entre laminares y turbulentos). La expresión de Darcy-Weisbach fue físicamente deducida y el coeficiente de rugosidad (rugosidad absoluta del material en mm) tiene mayor precisión, la deducción de la ecuación combinada a continuación: (ASTECA T. &., 2003, pág. 120)

Ecuación 4: Ecuación de Darcy-Weisbach

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Ecuación 5: Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{R_s \sqrt{f}} \right)$$

Operando algebraicamente la ecuación de Darcy-Weisbach (4) y la Colebrook-White (5) se obtiene la ecuación combinada (6):

Ecuación 6: Velocidad de flujo

$$V = -2 \sqrt{2gDS_f} \log \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51\nu}{D\sqrt{2gDS_f}} \right)$$

Sustituyendo D por un diámetro equivalente de $4R_H$ (radio hidráulico), y haciendo que S_f sea igual a S_o válido para el flujo uniforme, se tiene que:

Ecuación 7: Velocidad de flujo

$$V = -\sqrt{32gR_H S_o} \log \left(\frac{k_s}{14.8R_H} + \frac{1.255\nu}{R_H\sqrt{32gR_H S_o}} \right)$$

Aplicando la ecuación del caudal, $Q=V*A$, se obtiene la expresión de la ecuación conjunta de Darcy-Weisbach y Colebrook-White (8).

Ecuación 8: Caudal de diseño

$$Q = -A\sqrt{32gR_H S_o} \log \left(\frac{k_s}{14.8R_H} + \frac{1.255\nu}{R_H\sqrt{32gR_H S_o}} \right)$$

Dónde:

Q = caudal de diseño

A = área de aportación

R_H = radio hidráulico

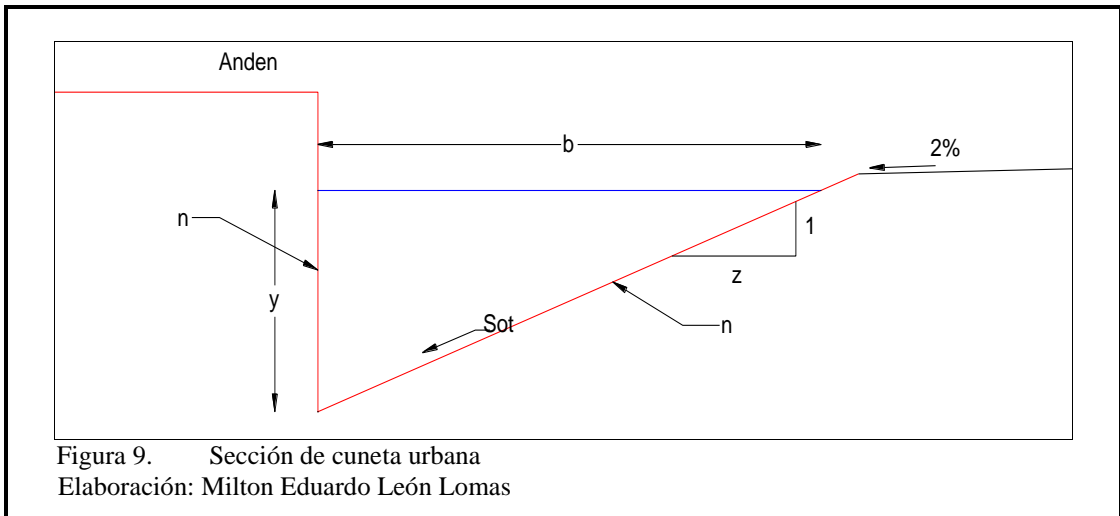
S_o = pendiente transversal

k_s = coeficiente de rugosidad absoluta del material

ν = viscosidad cinemática del fluido

En las ecuaciones (7) y (8), R_H es el radio hidráulico ($R_H=A/P$), donde A y P son el área y el perímetro mojado, respectivamente.

En la figura 9 se muestra la sección de la cuneta de diseño para el proyecto.



Con las ecuaciones (9) y (10) se determina el área y el perímetro mojado para la sección de cuneta.

Ecuación 9: Área hidráulica

$$A = \frac{y^2}{2S_{ot}}$$

Ecuación 10: Perímetro mojado

$$\chi = y + \sqrt{y^2 + b^2}$$

Dónde:

A = Área hidráulica en m²

χ = Perímetro mojado en m

La ecuación (8) es la ecuación de Darcy&Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook&White (D&W-C&W), válida para flujo uniforme a superficie libre, y para cualquier forma geométrica de sección transversal, esta expresión será utilizada para el dimensionamiento de las cunetas triangulares urbanas.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de cunetas.

Diseño de cunetas

Abscisa inicial =	0+000.00	m
Abscisa final =	0+061.25	m
Longitud cauce =	28.00	m
Tiempo de concentración =	5.00	min
Periodo de retorno (tr) =	10.00	años
Cota superior =	3023.00	msnm
Cota inferior =	3015.00	msnm
Área 1 =	0.0776	Has
Área 2 =	0.0821	Has
coef. media ladera (c) =	0.35	
coef. vía asfalto (c) =	0.81	
Área vía =	0.0740	Has
Ancho cuneta (b)=	0.70	m
Pendiente cuneta (sol) =	0.03	m/m
Rugosidad de cuneta (ks) =	0.0006	m
Viscosidad cinemática (v) =	1.14E-06	m ² /s
Pendiente trans. cun (s ot)=	0.0577	m/m

Δ abscisas =	Abs. Final - Abs. Inicial
Δ abscisas =	61.25 - 0
Δ Abscisas =	61.25 m

Longitud Total =	Long. Cauce + Δ abscisas
Longitud Total =	28.00 + 61.25
Longitud Total =	89.25

$$Sa = \frac{\text{Cota Sup} - \text{Cota Inf}}{\text{Long. Total}}$$

$$Sa = \frac{3023.00 - 3015.00}{89.25}$$

$$Sa = 0.090 \quad \text{m/m}$$

$$I = \frac{74.714 * Tr^{(0.0888)} * ((LN(tc+3))^{(3.8202)}) * LN (Tr)^{0.1892}}{tc^{(1.6079)}}$$

$$I = \frac{74.714 * 10^{(0.0888)} * ((LN(5+3))^{(3.8202)}) * LN (10)^{0.1892}}{5^{(1.6079)}}$$

$$I = 49.214 \quad \text{mm/h}$$

$$\begin{aligned} \text{Área media ladera} &= & \text{Área 1} + \text{Área 2} \\ \text{Área media ladera} &= & 0.0776 + 0.0821 \\ \text{Área media ladera} &= & 0.1597 \quad \text{Has} \end{aligned}$$

$$Q \text{ ladera} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q \text{ ladera} = \frac{0.35 * 49.214 * 0.1597}{360}$$

$$Q \text{ ladera} = 0.0076 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ via} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q \text{ via} = \frac{0.81 * 49.214 * 0.074}{360}$$

$$Q \text{ via} = 0.0082 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ max} = Q \text{ ladera} + Q \text{ via}$$

$$Q \text{ max} = 0.0076 + 0.0082$$

$$Q \text{ max} = 0.0158 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$X = b * (S \text{ ot} + \sqrt{1 + S \text{ ot}^2})$$

$$X = 0.70 * (0.0577 + \sqrt{1 + 0.0577^2})$$

$$X = 0.7416 \quad \text{m}$$

$$Rh = \frac{0.5 * b}{1 + \sqrt{1 + (1/S \text{ ot}^2)}}$$

$$Rh = \frac{0.5 * 0.70}{1 + \sqrt{1 + (1/0.0577^2)}}$$

$$Rh = 0.0191 \quad \text{m}$$

$$y = b * S \text{ ot}$$

$$y = 0.70 * 0.0577$$

$$y = 0.04 \quad \text{m}$$

$$V = \frac{Q \text{ max}}{Rh * X}$$

$$V = \frac{0.02}{0.0191 * 0.7416}$$

$$V = 1.12 \quad \text{m/s}$$

Dimensiones definitivas

Ancho cuneta adop (b) = 0.70 m
 Altura lam. de agua adop (y) = 0.05 m

$$\begin{aligned} x &= y + \sqrt{(b^2+y^2)} \\ x &= 0.05 + \sqrt{(0.70^2+0.05^2)} \\ x &= 0.7518 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$A = \frac{b * y}{2}$$

$$A = \frac{0.70 * 0.05}{2}$$

$$A = 0.02 \quad \text{m}^2$$

$$Rh = \frac{A}{X}$$

$$Rh = \frac{0.02}{0.7518}$$

$$Rh = 0.0233 \quad \text{m}$$

$$S_{ot} = \frac{y \text{ adop}}{b \text{ adop}}$$

$$S_{ot} = \frac{0.05}{0.7000}$$

$$S_{ot} = 0.0714 \quad \text{m}$$

$$Q_h = \frac{A * \sqrt{(32 * g * Rh * S_{ot})} * \text{Log} \left(\frac{K_s}{14.8 * Rh} + \frac{1.255 * v}{Rh \sqrt{32 * g * Rh * S_{ot}}} \right)}{0.02 * \sqrt{(32 * 9.81 * 0.023 * 0.03)} * \text{Log} \left(\frac{0.0006}{14.8 * 0.023} + \frac{1.255 * 1.139E-06}{0.02 \sqrt{32 * 9.8 * 0.02 * 0.071}} \right)}$$

$$Q_h = 0.022 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$\Delta Q = Q_h - Q_s$$

$$\Delta Q = 0.022 - 0.0158$$

$$\Delta Q = 0.0066 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{def}} = \frac{Q_{\text{max}}}{A}$$

$$V_{\text{def}} = \frac{0.02}{0.0175}$$

$$V_{\text{def}} = 0.9048 \quad \text{m/s}$$

3.4.1.2 Localización, pendiente y velocidad de cunetas.

La sección típica de la vía es de 24 m. y las cunetas se localizaran en los bordes este-oeste de la vía dentro del espaldón de 1.70 m, debido a que no se puede exceder el ancho otorgado dentro de estas zonas urbanas.

La pendiente será similar a la pendiente longitudinal de la vía siempre y cuando no se recaiga de un valor mínimo de 0.50%. La velocidad máxima del flujo no deberá exceder 4.50 m/s y la velocidad mínima tampoco deberá ser menor de 0.35 m/s para evitar erosión y sedimentación del canal, la velocidad máxima admisible se tomó de la tabla 16 (ASTECC T. &., 2003, pág. 256).

Tabla 16. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

MATERIAL	VELOCIDAD m/s .	MATERIAL	VELOCIDAD m/s .
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4-4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5-7.5

Fuente: Normas de Diseño Geométrico 2003

Con el propósito de verificar esta velocidad se utilizará la ecuación (11), tomando en cuenta que el radio hidráulico de la sección es:

Ecuación 11: Velocidad de flujo

$$V = \frac{Q_{max}}{A}$$

Dónde:

V = velocidad de flujo

Qmax = caudal máximo

A = área de sección transversal

En la tabla 17 se presenta un resumen de las dimensiones de las cunetas comprendidas en las abscisas indicadas del lado orientado de la vía de acuerdo a la sección típica adoptada.

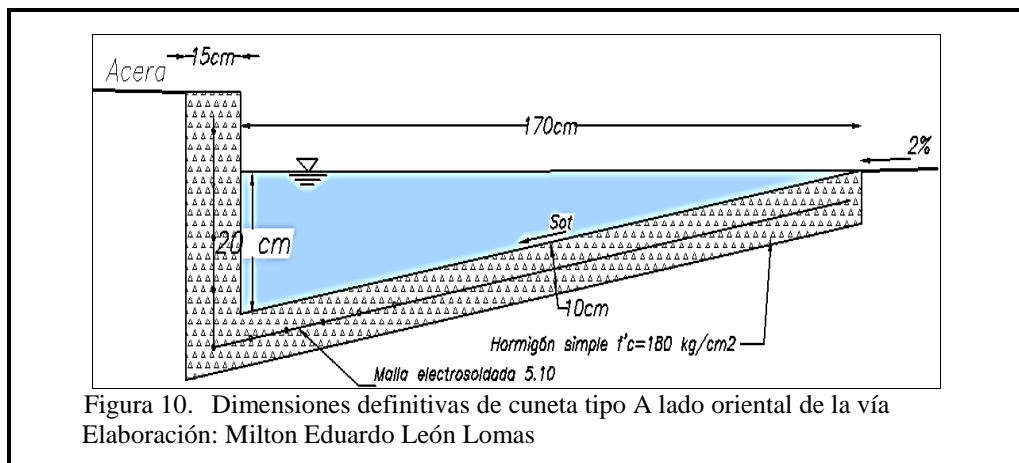
Tabla 17. Resumen de dimensiones definitivas de cunetas lado oriental de la vía

DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS												
				DIMENSIONES DEFINITIVAS								
Abcisa inicial	Abcisa final	Caudal diseño	b	$y_{adoptado}$	α	A	$E_{\#}$	$s_{\#}$	Qh	Qh-Qs	V	
m	m	m ³ /s	m	m	m	m ²	m	m/m	m ³ /s	m ³ /s	m/s	
0+000.00	0+061.25	0.02	0.70	0.05	0.75	0.02	0.02	0.07	0.02	0.01	0.90	
0+061.25	0+115.80	0.01	0.70	0.05	0.75	0.02	0.02	0.07	0.02	0.01	0.75	
0+115.80	0+188.15	0.02	0.70	0.05	0.75	0.02	0.02	0.07	0.03	0.01	1.22	
0+188.15	0+344.22	0.04	0.70	0.08	0.78	0.03	0.04	0.11	0.05	0.00	1.53	
0+394.22	0+526.00	0.07	1.70	0.08	1.78	0.07	0.04	0.05	0.14	0.07	1.02	
0+526.00	0+736.25	0.14	1.70	0.08	1.78	0.07	0.04	0.05	0.16	0.02	2.02	
0+736.25	1+243.85	0.35	1.70	0.22	1.93	0.19	0.10	0.13	0.38	0.02	1.89	
1+243.85	1+549.15	0.12	1.70	0.08	1.78	0.07	0.04	0.05	0.17	0.05	1.74	
1+549.15	1+645.13	0.03	1.70	0.05	1.75	0.04	0.02	0.03	0.05	0.01	0.72	
1+645.13	2+259.10	0.39	1.70	0.24	1.96	0.20	0.10	0.14	0.39	0.01	1.89	
2+259.10	2+497.50	0.12	1.70	0.08	1.78	0.07	0.04	0.05	0.14	0.01	1.83	
2+497.50	2+674.00	0.08	1.70	0.08	1.78	0.07	0.04	0.05	0.10	0.02	1.15	
2+674.00	2+989.23	0.13	1.70	0.10	1.80	0.09	0.05	0.06	0.14	0.01	1.53	
2+989.23	3+102.50	0.04	1.70	0.05	1.75	0.04	0.02	0.03	0.04	0.00	0.86	
3+102.50	3+247.75	0.18	1.70	0.12	1.82	0.10	0.06	0.07	0.23	0.05	1.73	
3+247.75	3+765.00	0.22	1.70	0.12	1.82	0.10	0.06	0.07	0.23	0.01	2.18	
3+765.00	4+009.05	0.13	1.70	0.18	1.89	0.15	0.08	0.11	0.14	0.00	0.87	
4+009.05	4+921.00	0.47	1.70	0.31	2.04	0.26	0.13	0.18	0.49	0.02	1.77	
4+921.00	5+185.15	0.17	1.70	0.12	1.82	0.10	0.06	0.07	0.19	0.02	1.68	
5+185.15	5+411.12	0.03	1.70	0.05	1.75	0.04	0.02	0.03	0.06	0.03	0.71	

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

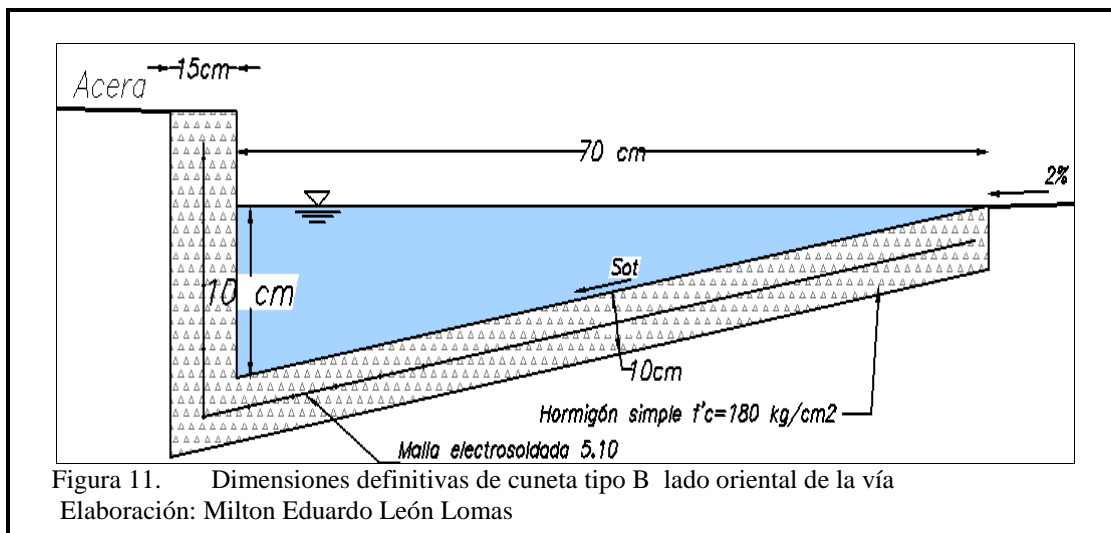
En la figura 10 se presentan la sección de las cunetas tipo A con las dimensiones adoptadas para el lado oriental de la vía en las abscisas:

- Desde la abcisa 0+394 hasta la abcisa 5+411,12



En la figura 11 se presentan la sección de las cunetas tipo B con las dimensiones adoptadas para el lado oriental de la vía en las abscisas:

- Desde la abcisa 0+000 hasta la abcisa 0+394



En la tabla 18 se presenta un resumen de las dimensiones de las cunetas comprendidas en las abscisas indicadas del lado occidental de la vía de acuerdo a la sección típica adoptada.

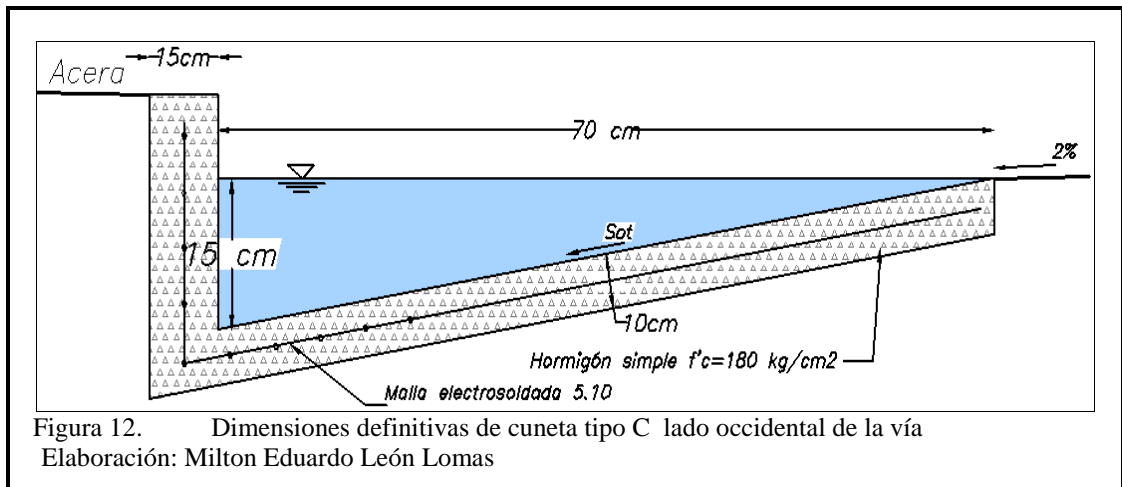
Tabla 18. Resumen de dimensionamiento de cunetas lado occidental de la vía

DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS												
Abcisa inicial	Abcisa final	Caudal diseño	b	DIMENSIONES DEFINITIVAS								
				Yadoptado	α	A	R_{α}	S_{w+}	Qh	Qh-Qs	V	
m	m	m ³ /s	m	m	m	m ²	m	m/m	m ³ /s	m ³ /s	m/s	
0+000.00	0+061.25	0.01	0.70	0.04	0.74	0.01	0.02	0.06	0.02	0.01	0.58	
0+061.25	0+115.80	0.01	0.70	0.04	0.74	0.01	0.02	0.06	0.02	0.01	0.52	
0+115.80	0+188.15	0.01	0.70	0.04	0.74	0.01	0.02	0.06	0.02	0.01	0.68	
0+188.15	0+344.22	0.02	0.70	0.04	0.74	0.01	0.02	0.06	0.02	0.00	1.47	
0+344.22	0+526.00	0.02	0.70	0.04	0.74	0.01	0.02	0.06	0.02	0.00	1.25	
0+526.00	0+736.25	0.03	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.04	0.01	1.34	
0+736.25	1+243.85	0.04	0.70	0.11	0.82	0.04	0.05	0.16	0.05	0.00	1.15	
1+243.85	1+549.15	0.04	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.04	0.00	1.94	
1+549.15	1+645.13	0.01	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.02	0.01	0.61	
1+645.13	2+259.10	0.04	0.70	0.11	0.82	0.04	0.05	0.16	0.04	0.00	1.07	
2+259.10	2+497.50	0.03	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.03	0.00	1.49	
2+497.50	2+674.00	0.02	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.02	0.00	1.10	
2+674.00	2+989.23	0.04	0.70	0.08	0.78	0.03	0.04	0.11	0.04	0.00	1.26	
2+989.23	3+102.50	0.02	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.02	0.01	0.72	
3+102.50	3+247.75	0.02	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.03	0.01	0.91	
3+247.75	3+765.00	0.05	0.70	0.09	0.80	0.03	0.04	0.13	0.06	0.01	1.64	
3+765.00	4+009.05	0.02	0.70	0.11	0.82	0.04	0.05	0.16	0.02	0.00	0.61	
4+009.05	4+921.00	0.05	0.70	0.15	0.87	0.05	0.06	0.21	0.06	0.01	1.04	
4+921.00	5+185.15	0.03	0.70	0.08	0.78	0.03	0.04	0.11	0.04	0.01	1.19	
5+185.15	5+411.12	0.03	0.70	0.06	0.76	0.02	0.03	0.09	0.03	0.00	1.43	

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

En la figura 12 se presenta la sección de las cunetas tipo C con las dimensiones adoptadas para el lado occidental de la vía en las abscisas:

- Desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 5+411,12



3.4.2 Sumideros.

También llamadas boca de tormenta son las estructuras destinadas a captar el agua que escurre por las cunetas proveniente de las calles y laderas, y a su vez descargarla en los pozos de revisión de la red de alcantarillado combinado de la cual disponemos en nuestra ciudad.

Existen en los sistemas de alcantarillado varios tipos de sumideros:

- **Horizontales (sumidero de reja):** Son aberturas rectangulares que se encuentran en la solera de la cuneta longitudinal o de manera transversal a la vía, dotadas con rejillas de hierro fundido para no dificultar al tránsito.

Este tipo de sumidero intercepta el escurrimiento que se extiende por el ancho de la calzada, presentándose en forma transversal.

El sumidero transversal cuenta con una reja superficial de hierro fundido que permite captar el escurrimiento superficial que se produce en calzada, interceptando el flujo de manera que se vierte en un canal de recolección localizado bajo la rejilla.

- **Verticales (sumidero de ventana):** Son aberturas rectangulares que se ubican en el bordillo contiguo a la cuneta y cuya cámara se encuentra bajo la acera, puede o no tener un sistema de enrejado para impedir el paso de basuras u objetos grandes que colapsen el sumidero.

Este tipo de sumideros está localizado directamente en bordillo, por ello genera menos dificultades en el tránsito que el visto anteriormente.

Es también menos susceptible de taponamiento y puede ser utilizado en calles de poca pendiente. La abertura vertical localizada en el bordillo se presenta como el imbornal por el cual ingresa el escurrimiento que viene por cuneta. El agua se vierte en una cámara desde la cual ingresa al tubo de drenaje (o nexa) en dirección al sistema pluvial.

La capacidad de estos sumideros es función de la pendiente transversal, de la pendiente longitudinal, de la rugosidad de la calzada y de la rapidez que tenga el agua que fluye por la cuneta para cambiar de dirección e ingresar a la boca de tormenta, este último parámetro puede incrementarse utilizando una depresión en la cuneta en coincidencia con la abertura de la boca de tormenta, estas estructuras presentan un bajo rendimiento cuando son colocadas en calles con una fuerte pendiente longitudinal.

Los sumideros de bordillo pueden funcionar básicamente en dos regímenes distintos, cuando el tirante se encuentra por debajo de la altura de la abertura funcionan como vertederos, cuando el tirante supera el valor de 1.4 veces la altura de la boca funcionan como orificios, siendo el comportamiento.

- **Combinados (sumideros mixtos):** Los sumideros combinados son los que pueden interceptar caudales por aberturas en el bordillo (sumidero de ventana) y en la cuneta (sumidero de reja). Este tipo de sumidero se utiliza cuando existe la posibilidad de que la reja de la cuneta sea obstruida, por residuos o sedimentos.

Generalmente la capacidad de un sumidero combinado, en una pendiente continua, es calculada no teniendo en cuenta la abertura en el bordillo, y calculando el caudal interceptado por la reja de la cuneta únicamente. Sin embargo la abertura vertical tiene como propósito principal evitar que las basuras que arrastran las aguas pluviales superficiales obstruya la reja horizontal.

Para nuestra vía se aplicará el tipo Horizontal (sumidero de reja) dentro de la solera de la cuneta, debido principalmente a que vamos a captar con cunetas los flujos de la plataforma y de la ladera este de nuestro eje (de manera que la calzada destinada al tráfico nunca quede inundada), y también a que esta clase de sumideros tiene una nula interferencia con el tráfico intenso y además porque en virtud de la importancia de esta arteria son menos incómodas para dar mantenimiento que los sumideros horizontales transversales a la vía. (EPMAPS, 2009, págs. 105-106)

3.4.2.1 Método de dimensionamiento de sumideros.

Existen algunas metodologías para el diseño de la longitud de sumideros y la geometría de sus rejillas, dada la importancia de que esta vía rápida evacúe lo más eficientemente posible sus caudales pluviales se realizara el siguiente método.

- a) Método para cálculo de rejillas de captación de Valentín-Russo – XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica 2004

El Departamento de Ingeniería Hidráulica, Marítima y Ambiental de la Universidad Politécnica de Catalunya (DEHMA-UPC), y en particular la Sección de Ingeniería Hidráulica e Hidrológica (SIHH), realizó una serie de ensayos sobre el comportamiento de un sistema de un conjunto de rejillas, en uno de estos trabajos, Manuel Gómez Valentín y Benjamín Russo apoyándose en un estudio realizado por HR. Wallingford, propusieron una relación potencial entre la *Eficiencia de captación (E)*, el caudal circulante por la calle (*Q*) y otros parámetros geométricos característicos de la reja que tiene valor por una calzada de 6 metros de ancho:

$$E = A \left(\frac{Q}{y} \right)^{-B}$$

Dónde:

$$A = \frac{0.39}{A_g^{-0.35} \cdot p^{-0.13}} (n_t + 1)^{0.01} (n_l + 1)^{0.11} (n_d + 1)^{0.03}$$

$$B = 0.36 \frac{l}{a}$$

Q = Caudal pluvial circulante (l/s)

y = Calado junto al bordillo (mm)

L = longitud de la reja (cm)

A = ancho de la reja (cm)

A_g = Área que engloba a todos los huecos

p = (A huecos / A total) · 100

n_l = número de barras longitudinales

n_t = número de barras transversales

n_d = número de barras diagonales

Se ha concertado unos coeficientes de seguridad igual a 2 en puntos bajos y de 1.25 en pendientes, para considerar el posible mal estado de las rejillas debido a problemas de taponamiento que limitan la eficiencia de captación en puntos bajos.

Cabe anotar que las fórmulas de este método fueron concebidas para una inundación de calzada de 3 metros, para anchos de inundación diferentes se indica a continuación una tabla con las fórmulas utilizables por cualquier tipología geométrica de calle, donde:

x: es el ancho de inundación de calzada (mm)

I_x: es la pendiente transversal

Tabla 19. Fórmulas para el cálculo de la eficiencia de rejillas de captación

$x = 3000 \text{ mm}$	
<i>Cada y</i>	$E = A \left(\frac{Q}{y}\right)^{-B}$
$x < 3000 \text{ mm}$	
$y \leq x \cdot I_x$	$E = A \left(\frac{Q}{y}\right)^{-B}$
$x \cdot I_x < y \leq 3000 \cdot I_x \text{ mm}$	$E = A \cdot \left[\frac{\frac{Q_{\text{calle}}}{y} \cdot \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{x \cdot I_x}{y}\right)^2}}{\right]}^{-B}$
$y > 3000 \cdot I_x \text{ mm}$	$E = A \cdot \left[\frac{\frac{Q_{\text{calle}}}{y} \cdot \frac{1 - \left(1 - \frac{3000 \cdot I_x}{y}\right)^2}{1 - \left(1 - \frac{x \cdot I_x}{y}\right)^2}}{\right]}^{-B}$
$x > 3000 \text{ mm}$	
$y \leq 3000 \cdot I_x \text{ mm}$	$E = A \left(\frac{Q}{y}\right)^{-B}$
$3000 \cdot I_x \text{ mm} < y \leq x \cdot I_x$	$E = A \cdot \left[\frac{\frac{Q_{\text{calle}}}{y} \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{3000 \cdot I_x}{y}\right)^2\right)}{\right]}^{-B}$
$y > x \cdot I_x$	$E = A \cdot \left[\frac{\frac{Q_{\text{calle}}}{y} \cdot \frac{1 - \left(1 - \frac{3000 \cdot I_x}{y}\right)^2}{1 - \left(1 - \frac{x \cdot I_x}{y}\right)^2}}{\right]}^{-B}$

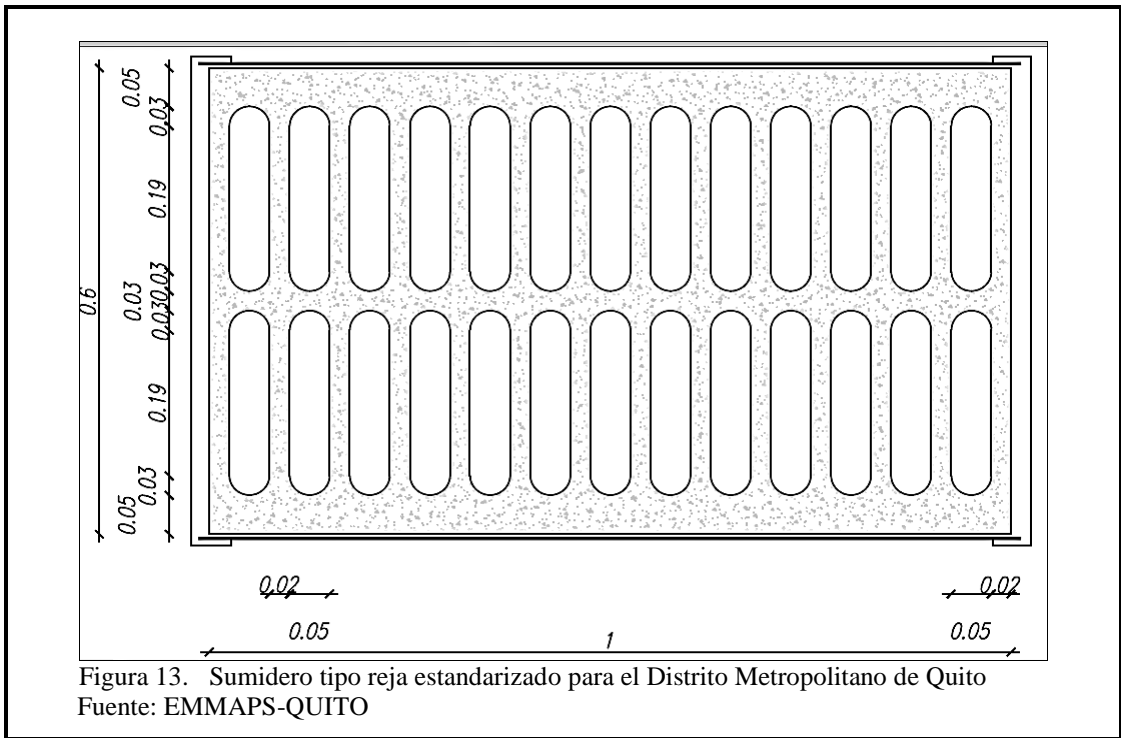
Fuente: Metodología para el diseño de un nuevo sistema de captación, 2004

3.4.2.2 Dimensionamiento de sumideros.

Se realizaron los cálculos de la cantidad y longitud de sumideros de toda la vía según la metodología Valentín-Russo, que involucra parámetros geométricos de la reja como en número y el tipo de barras, además de parámetros hidráulicos como el calado, el caudal y el ancho inundable que se requieren en la vía.

De acuerdo a lo indicado anteriormente se acepta el método de Valentín-Russo en el cual se adopta los sumideros normalizados propuestos por la EPMAPS.

En la siguiente figura se presenta el sumidero normalizado tipo reja utilizado para el diseño de drenaje vial en este estudio.



A continuación se presenta un ejemplo de cálculo por la metodología de Valentín-Russo.

Longitud rejilla (l) =	1.00	m
Ancho de reja (w) =	0.60	m
Calado =	0.04	m
N° barras longitudinales (nl) =	1.00	
N° barras transversales (nt) =	12.00	
N° barras diagonales (nd) =	0.00	
Área orificios (ao) =	3087.50	cm ² /m
Ancho cuneta (b)=	0.70	m
Pendiente trans. cun (s ot) =	0.071	m/m
Caudal maximo (qmax) =	0.0429	m ³ /s
Altura lami. de agua (y) =	0.0756	m
Factor seguridad (fs) =	1.25	

$$\begin{aligned} \mathbf{Ag} &= (\mathbf{L-0.05}) * (\mathbf{W-0.10}) \\ \mathbf{Ag} &= (1-0.05) * (0.60-0.10) \\ \mathbf{Ag} &= 0.475 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\mathbf{Ahuecos} = \frac{\mathbf{Ao}}{\mathbf{10000}}$$

$$\mathbf{Ahuecos} = \frac{3087.50}{10000}$$

$$\mathbf{Ahuecos} = 0.31 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{Atotal} = \mathbf{L} * \mathbf{W}$$

$$\mathbf{Atotal} = 1.00 * 0.60$$

$$\mathbf{Atotal} = 0.60 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{Ahuecos}}{\mathbf{Atotal}} * 100$$

$$\mathbf{p} = \frac{0.31}{0.6} * 100$$

$$\mathbf{p} = 51.46 \%$$

$$\mathbf{x* lx} = \mathbf{b} * \mathbf{S ot}$$

$$\mathbf{x* lx} = 0.70 * 0.07$$

$$\mathbf{x* lx} = 0.05 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{0.39 * (nl+1)^{0.11} * (nt+1)^{0.01} * (nd+1)^{0.03}}{Ag^{-0.35} * p^{-0.13}}$$

$$A = \frac{0.39 * (1+1)^{0.11} * (12+1)^{0.01} * (0+1)^{0.03}}{0.475^{-0.35} * 51.46^{-0.13}}$$

$$A = 0.56 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{0.36 * L}{W}$$

$$B = \frac{0.36 * 1}{0.60}$$

$$B = 0.60 \text{ m}^2$$

$$E = \frac{A * \left(\frac{Q_{\text{máx}} * 1000}{y * 1000} \right) - B}{-}$$

$$E = \frac{0.56 * \left(\frac{0.04294 * 1000}{0.0756 * 1000} \right) - 0.60}{-}$$

$$E = 0.78$$

$$\# \text{ Sum} = \frac{1}{E}$$

$$\# \text{ Sum} = \frac{1}{0.78}$$

$$\# \text{ Sum} = 1.28$$

$$L \text{ dis} = \# \text{ Sum} * FS$$

$$L \text{ dis} = 1.28 * 1.25$$

$$L \text{ dis} = 1.60 \text{ m}$$

$$L \text{ dis real} = 2 \text{ m}$$

$$\# \text{ Sum} = 2$$

La tabla 20 muestra el resumen del número de sumideros normalizados tipo reja para el lado oriental de la vía y la ubicación.

Tabla 20. Resumen del número de sumideros normalizados tipo reja - lado oriental de la vía

Resumen de Sumideros		
Abscisa inicial	Abscisa final	# sumideros
m	m	u
0+000.00	0+061.25	1.00
0+061.25	0+115.80	1.00
0+115.80	0+188.15	2.00
0+188.15	0+344.22	2.00
0+394.22	0+526.00	3.00
0+526.00	0+736.25	5.00
0+736.25	1+243.85	5.00
1+243.85	1+549.15	3.00
1+549.15	1+645.13	2.00
1+645.13	2+259.10	3.00
2+259.10	2+497.50	5.00
2+497.50	2+674.00	4.00
2+674.00	2+989.23	3.00
2+989.23	3+102.50	2.00
3+102.50	3+247.75	3.00
3+247.75	3+765.00	5.00
3+765.00	4+009.05	4.00
4+009.05	4+921.00	3.00
4+921.00	5+185.15	3.00
5+185.15	5+411.12	2.00

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

La tabla 21 muestra el resumen del número de sumideros normalizados tipo reja para el lado occidental de la vía y la ubicación.

Tabla 21. Resumen del número de sumideros normalizados tipo reja - lado occidental de la vía

Resumen de Sumideros		
Abscisa inicial	Abscisa final	# sumideros
m	m	u
0+000.00	0+061.25	1.00
0+061.25	0+115.80	1.00
0+115.80	0+188.15	1.00
0+188.15	0+344.22	2.00
0+394.22	0+526.00	2.00
0+526.00	0+736.25	3.00
0+736.25	1+243.85	2.00
1+243.85	1+549.15	2.00
1+549.15	1+645.13	1.00
1+645.13	2+259.10	2.00
2+259.10	2+497.50	3.00
2+497.50	2+674.00	3.00
2+674.00	2+989.23	2.00
2+989.23	3+102.50	1.00
3+102.50	3+247.75	2.00
3+247.75	3+765.00	3.00
3+765.00	4+009.05	2.00
4+009.05	4+921.00	2.00
4+921.00	5+185.15	2.00
5+185.15	5+411.12	2.00

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

3.4.3 Alcantarillas.

Existen cauces formados por corrientes no perennes en sub-cuencas que atraviesan la vía perpendicularmente, estos cauces tienen sus puntos más bajos en las abscisas: 4+009.05 y 5+185.15, y el tipo de superficie que predomina en esta sub-cuencas es de pastizales en gran medida y cultivos locales en pequeña proporción, para permitir que el agua cruce bajo la vía se introducirán en estos puntos dos alcantarillas para así descolar el agua que confluye hacia el terraplén de nuestra vía y evitar que este actúe como dique.

A su vez en estas alcantarillas son importantes porque se proyecta desaguar el caudal pluvial que provienen de las cunetas de las áreas de aportación cercanas debido a que en estos sitios no existen redes de alcantarillado combinado.

3.4.3.1 Localización.

Entonces las alcantarillas estarán compuestas por las estructuras de entrada y salida, el conducto de cruce propiamente dicho y las obras complementarias que conducirán agua de recolección pluvial hacia la alcantarilla.

Las alcantarillas serán normales con respecto al eje de la vía, sin presentar un ángulo de sesgo o esviaje cuando se trata de cruces de corrientes, ya que a la vez que conservan la dirección del drenaje natural también son perpendiculares a la vía ya que provienen de la ladera oriental.

En cuanto a su alineamiento vertical, las alcantarillas van a conservar la pendiente del terreno natural en el que se encuentra actualmente el cauce, a la par que se deberá asegurar una pendiente mínima que garantice su auto limpieza.

3.4.3.2 Funcionamiento hidráulico.

Por ser cauces que entran en actividad en época invernal, las condiciones para el diseño se facilitan, la condición ideal de flujo corresponde con control a la entrada, en el cual no existirá sumergencia ni a la entrada ni a la salida; la altura crítica se encuentra en la entrada, siendo el flujo a superficie libre de tipo supercrítico, aproximándose a la altura normal en la salida de la alcantarilla.

Estas condiciones están sujetas a la H_w que es la carga de entrada y D el diámetro o altura de la estructura. Las condiciones de sumergencia se presentan para valores de H_w/D mayores al rango 1.20 – 1.50, el cual ha sido establecido de forma experimental, dentro del código del MOPT, se especifica el valor de 1.20, nuestras alturas H_w de los canales de aproximación en las alcantarillas son pequeñas para sobrepasar estos rangos, estas alcantarillas, en las cuales los caudales son bajos, se diseñan como un con una pendiente tal que la velocidad se encuentre entre la mínima y la máxima permisibles. Por lo anterior se escoge una sección circular que en dimensiones pequeña es más fácil de construir, el diámetro mínimo de todas las

alcantarillas, incluyendo las alcantarillas de alivio de cunetas y zanjas, es de 0.90 m. para permitir la limpieza y mantenimiento.

En cuanto a la pendiente hidráulica del conducto se debe evitar valores menores a 0.5% y en cuanto al valor superior debe ser tal que no provoque velocidades mayores a la admisible al material en uso en este caso será una tubería metálica corrugada.

En la determinación de la sección transversal de una alcantarilla entran en consideración factores de recubrimiento. Para tuberías, el recubrimiento mínimo recomendado a clave es de 1.00 m, profundidad que sumada al diámetro mínimo de 0.90 m sería la altura mínima de nuestra sección transversal.

3.4.3.3 Dimensionamiento de alcantarillas.

Para el presente estudio se ha realizado los cálculos correspondientes para el dimensionamiento de las alcantarillas de tipo circular, utilizando los pasos siguientes.

a) Cálculo de intensidad

Se determinó la intensidad de precipitación referida a un periodo de retorno, utilizando la ecuación representativa de la zona 11, con una duración que fluctúa entre 5 y 60 minutos.

$$I = 137.27 * t_c^{-0.5153} * IDTR$$

b) Coeficiente de escorrentía

Se determinó en función de los elementos de la cuenca como son: suelo, vegetación, vías, tomando en cuenta que se obtiene el producto del coeficiente de escorrentía parcial por el área parcial de cada uno de los elementos, obteniendo de esta manera la suma total de coeficientes.

$$C = \frac{C_1 * a_1 + C_2 * a_2 + \dots + C_n * a_n}{1}$$

c) Caudal de la cuenca

Se determinó en función del coeficiente de escorrentía, de la intensidad y del área de la cuenca.

$$Q_{\text{cuenca}} = \frac{C * I * A}{360}$$

d) Caudal total

Es la suma del caudal de la cuenca y del caudal de aportación de las cunetas.

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{cuenca}} + Q_{\text{cunetas}}$$

e) Diámetro de la tubería

Se determinó en función del módulo de gasto y del caudal total de aportación.

Módulo de gasto:

$$K = 22.26 * D^{(8/3)}$$

$$D = \left[\frac{Q}{M * 22.26 * \sqrt{S}} \right]^{3/8}$$

Se mayoró el diámetro de la tubería obtenida por suposición de escombros y factores que impidan el desarrollo y funcionamiento de la alcantarilla.

f) Comprobación

Se verificó que la velocidad de escorrentía en el interior del conducto e inmediatamente aguas abajo del mismo sea inferior a la admisible.

$$\text{Velocidad} < \text{Vel adm.hormigon}$$

g) Cálculo de pérdidas de energía

Se determinó las pérdidas por fricción (hf), las pérdidas por velocidad (hv) y las pérdidas de entrada (he), para establecer la relación con el producto de 1.2 veces el diámetro de la tubería.

Pérdidas por fricción:

$$hf = \frac{n^2 * V^2}{R^{(4/3)}}$$

Pérdidas por velocidad:

$$hv = \frac{V^2}{2 * g}$$

Pérdidas de entrada:

$$he = \frac{Ke * V^2}{2 * g}$$

Pérdidas totales:

$$He = he + hv + hf$$

Una vez obtenida cada una de las cargas se verifica que las pérdidas totales (He) sean menor a 1.2 veces el diámetro de la tubería.

$$He < 1.2 * H$$

A continuación se presentan los cálculos realizados para cada una de las alcantarillas presentes a lo largo de la vía.

- **Alcantarilla abscisa 4+009.05**

Se considera el diseño de la alcantarilla con material de: Hormigón.

Tiempo de concen (tc) =	10 a 15	minutos	
	asumo	12	min
a =	0.94		
A =	14.26	Ha	
IDTR =	2.9		
Q cunetas =	0.52	m3/s	
Long. Alcantarilla =	26	m	
Vel adm Hormigon =	4.5	m/s	
Coef. manning (n) =	0.014		
Coef perdida (Ke) =	0.5		

Intensidad

$$I = 137.27 * tc^{-0.5153} * IDTR$$

$$I = 137.27 * 12^{-0.5153} * 2.9$$

$$I = 110.63 \text{ mm/h}$$

Pendiente

S = 0.2% → Se obtiene de tabla adjunta 2

Coefficiente de Escorrentía

	1	2	3	4
C Parcial	0.20	0.30	0.35	0.15
A Parcial (%)	10.00	25.00	45.00	20.00

$$C = \frac{C1*a1 + \dots + Cn*an}{1}$$

$$C = \frac{0.10*0.20 + 0.25*0.30 + 0.45*0.35 + 0.20*0.15}{1}$$

$$C = 0.28$$

Caudal

$$Q \text{ cuen} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q \text{ cuen} = \frac{0.30 * 110.63 * 14.26}{360}$$

$$Q \text{ cuen} = 1.24 \text{ m3/seg}$$

Caudal Total

$$Q \text{ total} = Q \text{ cuenca} + Q \text{ cunetas}$$

$$Q \text{ total} = 1.24 + 0.52$$

$$Q \text{ total} = 1.76 \text{ m3/seg}$$

Diámetro de la tubería

M = 1.08 → Se obtiene de tabla adjunta 2

$$K = 22.26 * D^{(8/3)} \quad \longrightarrow \quad \text{Módulo de gasto}$$

$$D = \left[\frac{Q}{M * 22.26 * \sqrt{S}} \right]^{3/8}$$

$$D = \left[\frac{1.76}{1.08 * 22.26 * \sqrt{0.002}} \right]^{3/8}$$

$$D = 1.20 \text{ m}$$

$$D = 120.25 \text{ cm}$$

$$D = 47 \text{ in}$$

Por suposición de escombros y varios factores que impiden su desarrollo, aumentamos el diámetro, considerando:

Un diámetro comercial que se pueda encontrar en el mercado nacional

$$D = 49 \text{ in}$$

Comprobación

Velocidad

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 1.24^2}{4}$$

$$A = 1.22 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1.76}{1.22}$$

$$V = 1.44 \text{ m/seg}$$

Velocidad < 4.5
1.44 < 4.5
OK

Vel adm.hormigon < 4.5

Radio Hidráulico

$$R = \frac{D}{4}$$

$$R = \frac{1.24}{4}$$

$$R = 0.31 \text{ m}$$

Perdida

Entrada

$$h_e = \frac{K_e * V^2}{2 * g}$$

$$h_e = \frac{0.5 * 1.44^2}{2 * 9.81}$$

$$h_e = 0.0532 \text{ m}$$

Fricción

$$h_f = \frac{n^2 * V^2}{R^{(4/3)}}$$

Velocidad

$$h_v = \frac{V^2}{2 * g}$$

$$h_v = \frac{1.44^2}{2 * 9.81}$$

$$h_v = 0.1064 \text{ m}$$

Totales

$$H_e = h_e + h_v + h_f$$

$$H_e = 0.053 + 0.106 +$$

$$hf = \frac{0.014^2 * 1.44^2}{0.23^{(4/3)}}$$

$$hf = 0.0019 \text{ m}$$

0.002

$$He = 0.16 \text{ m}$$

Verificación

$$1.2 * H = 1.20 * D$$

$$1.2 * H = 1.20 * 0.9144$$

$$1.2 * H = 1.49 \text{ m}$$

$$He < 1.2 * H$$

$$0.16 < 1.49$$

OK

- **Alcantarilla abscisa 5+185.15**

Se considera el diseño de la alcantarilla con material de: Hormigón

Tiempo de concen (tc) = 10 a 15 **minutos**
 asumo 12 **min**
a = 0.94
A = 6.88 **Ha**
IDTR = 2.9
Q cunetas = 0.06 **m3/s**
Long. Alcantarilla = 26 **m**
Vel adm Hormigon = 4.5 **m/s**
Coef. manning (n) = 0.014
Coef. perdida (Ke) = 0.5

Intensidad

$$I = \frac{137.27 * tc^{-0.5153} * IDTR}{137.27 * 12^{-0.5153} * 2.9}$$

$$I = 110.63 \text{ mm/h}$$

Pendiente

S = 0.2 % \longrightarrow Se obtiene de tabla adjunta 2

Coefficiente de Escorrentía

	1	2	3	4
C Parcial	0.20	0.30	0.35	0.15
A Parcial (%)	5.00	30.00	50.00	15.00

$$C = \frac{C1*a1 + \dots + Cn*an}{1}$$

$$C = \frac{0.05*0.20 + 0.30*0.30 + 0.50*0.35 + 0.15*0.15}{1}$$

$$C = 0.30$$

Caudal

$$Q_{cuen} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q_{cuen} = \frac{0.30 * 110.63 * 6.88}{360}$$

$$Q_{cuen} = 0.63 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal Total

$$Q_{total} = Q_{cuenca} + Q_{cunetas}$$

$$Q_{total} = 0.63 + 0.06$$

$$Q_{total} = 0.69 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Diámetro de la Tubería

$$M = 1.08 \quad \longrightarrow$$

Se obtiene de tabla adjunta 2

$$K = 22.26 * D^{(8/3)} \quad \longrightarrow$$

Módulo de gasto

$$D = \left[\frac{Q}{M * 22.26 * \sqrt{S}} \right]^{3/8}$$

$$D = \left[\frac{0.69}{1.08 * 22.26 * \sqrt{0.002}} \right]^{3/8}$$

$$D = 0.85 \text{ m}$$

$$D = 84.63 \text{ cm}$$

$$D = 33 \text{ in}$$

Por suposición de escombros y varios factores que impiden su desarrollo, aumentamos el diámetro, considerando:

Un diámetro comercial que se pueda encontrar en el mercado nacional

$$D = 36 \text{ in}$$

Comprobación

Velocidad

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi * 0.91^2}{4}$$

$$V = \frac{0.69}{0.66}$$

$$A = 0.66 \text{ m}^2$$

$$V = 1.05 \text{ m/seg}$$

Velocidad
1.05

<
<
OK

Vel adm. hormigon
4.5

Radio Hidráulico

$$R = \frac{D}{4}$$

$$R = \frac{0.91}{4}$$

$$R = 0.23 \text{ m}$$

Pérdida

Entrada	$h_e = \frac{K_e * V^2}{2 * g}$ $h_e = \frac{0.5 * 1.05^2}{2 * 9.81}$ $h_e = 0.0281 \quad \text{m}$	Velocidad	$h_v = \frac{V^2}{2 * g}$ $h_v = \frac{1.05^2}{2 * 9.81}$ $h_v = 0.0561 \quad \text{m}$
Fricción	$h_f = \frac{n^2 * V^2}{R^{(4/3)}}$ $h_f = \frac{0.014^2 * 1.05^2}{0.23^{(4/3)}}$ $h_f = 0.0015 \quad \text{m}$	Totales	$H_e = h_e + h_v + h_f$ $H_e = 0.028 + 0.056 + 0.002$ $H_e = 0.09 \quad \text{m}$
Verificación	$1.2 * H = 1.20 * D$ $1.2 * H = 1.20 * 0.9144$ $1.2 * H = 1.10 \quad \text{m}$	$H_e < 1.2 * H$ $0.09 < 1.10$ <p style="text-align: center;">OK</p>	

3.4.4 Bordillos.

Los bordillos son imprescindibles, como delimitadores de las zonas viarias, bien sean de naturaleza peatonal, urbana e interurbana, como elementos de canalización de flujos de circulación y como elementos de drenaje superficial.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO

4.1 Datos generales

4.1.1 Nombre del proyecto.

Diseño vial definitivo de la "Avenida Padre Carollo"

4.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto, se localiza en la provincia de Pichincha; al Sur – Este de la ciudad de Quito, parroquias Quitumbe y Turubamba); y está enmarcado dentro de las siguientes coordenadas geográficas: (T.M – WGS-84 QUITO).

Tabla 22. Coordenadas del proyecto

Localización	Coordenadas		
	Latitud N	Longitud E	Altitud m.s.n.m
Inicio del proyecto: Km 0+000 (Calle A Sector El Vergel)	9966069.699	496444.095	3014.257
Fin del proyecto: km 6+000: Calle "J" Sector San Juan de Turubamba)	9960823.017	496115.1523	3035.347

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquire

4.2 Introducción

4.2.1 Antecedentes del proyecto.

El proyecto diseño vial definitivo de la "Avenida Padre Carollo" forma parte de un plan macro de vialidad denominado plan vial Turubamba donde se pretende minimizar la congestión vehicular del sur de la ciudad de Quito, creando nuevas arterias viales que ayuden al desarrollo de la ciudad.

El diagnóstico de impacto ambiental abordara la situación del proyecto de acuerdo al código ambiental vigente en el Ecuador, la categorización ambiental que corresponde al nivel tres donde las obras o actividades son consideradas de mediano impacto.

4.2.2 Objetivos del proyecto.

4.2.2.1 Objetivo general.

Realizar una evaluación de impacto ambiental sobre la base de información secundaria que permita, evaluar los impactos ambientales para las fases de construcción, operación y mantenimiento de la Av. Padre Carollo con su respectivo Plan de Manejo Ambiental.

4.2.2.2 Objetivos específicos.

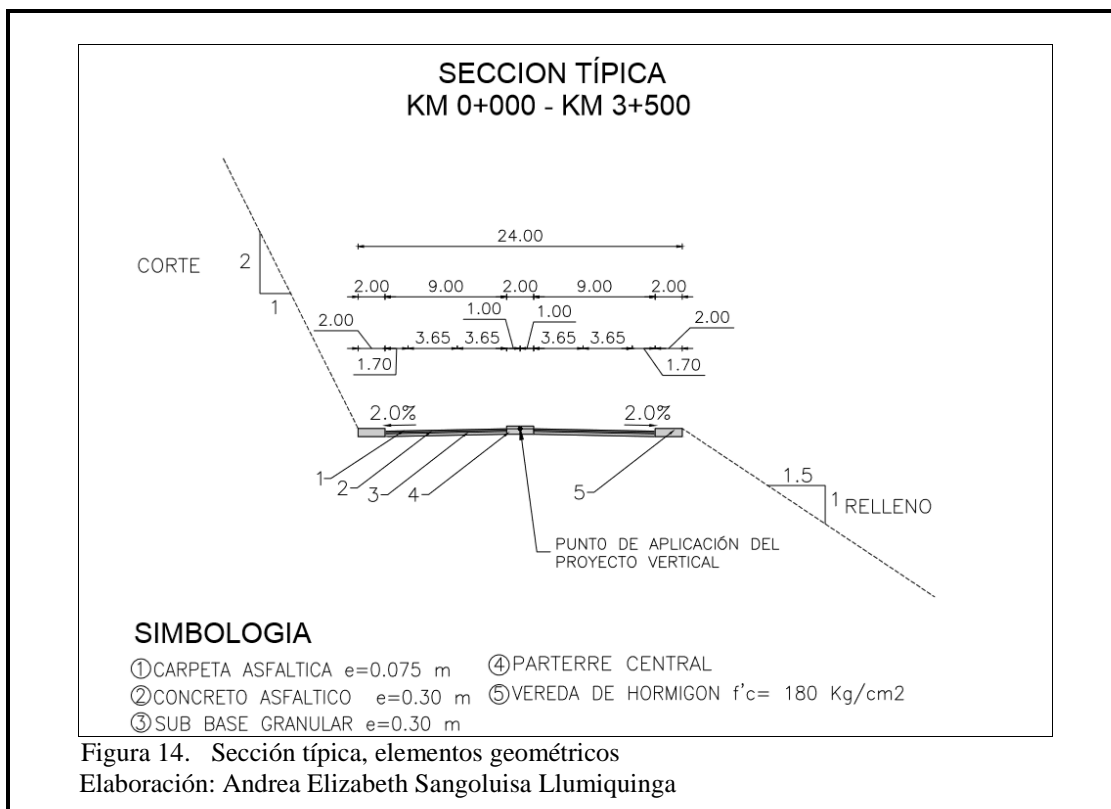
- Caracterizar la línea de base, es decir, el estado actual de los recursos físico, biótico, socioeconómico y cultural en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Identificar y describir los impactos ambientales positivos y negativos y establecer las respectivas medidas correctivas en un adecuado Plan de Manejo Ambiental

4.3 Descripción del proyecto

4.3.1 Introducción.

4.3.1.1 Avenida Padre Carollo.

La avenida Padre Carollo consta de una sección típica de 24 m cumpliendo con las normas estipuladas por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas, en concordancia con el diseño geométrico e hidráulico.

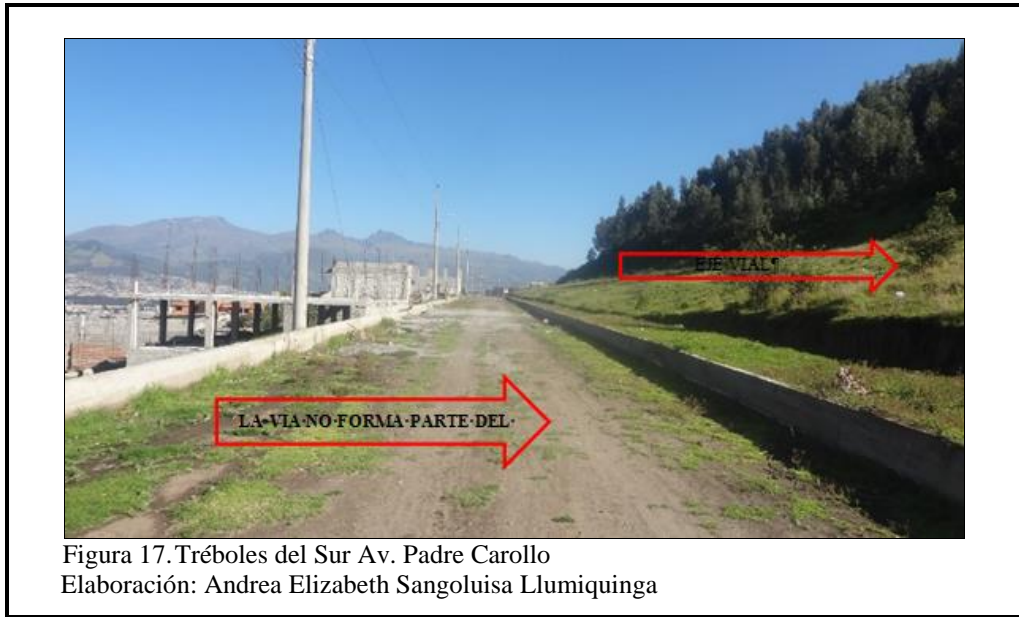


El proyecto diseño vial definitivo avenida Padre Carollo comprende una longitud de 5+500 km que abarcan desde los barrios el Vergel hasta San Juan de Turubamba comprendidos entre las parroquias de Quitumbe y Turubamba, la misma que servirá como una vía de desfogue para el tráfico desde el sur de la ciudad, además permitiendo a la población acceder a obras de infraestructura básica, mejorando su calidad de vida, y un adecuado desarrollo económico.

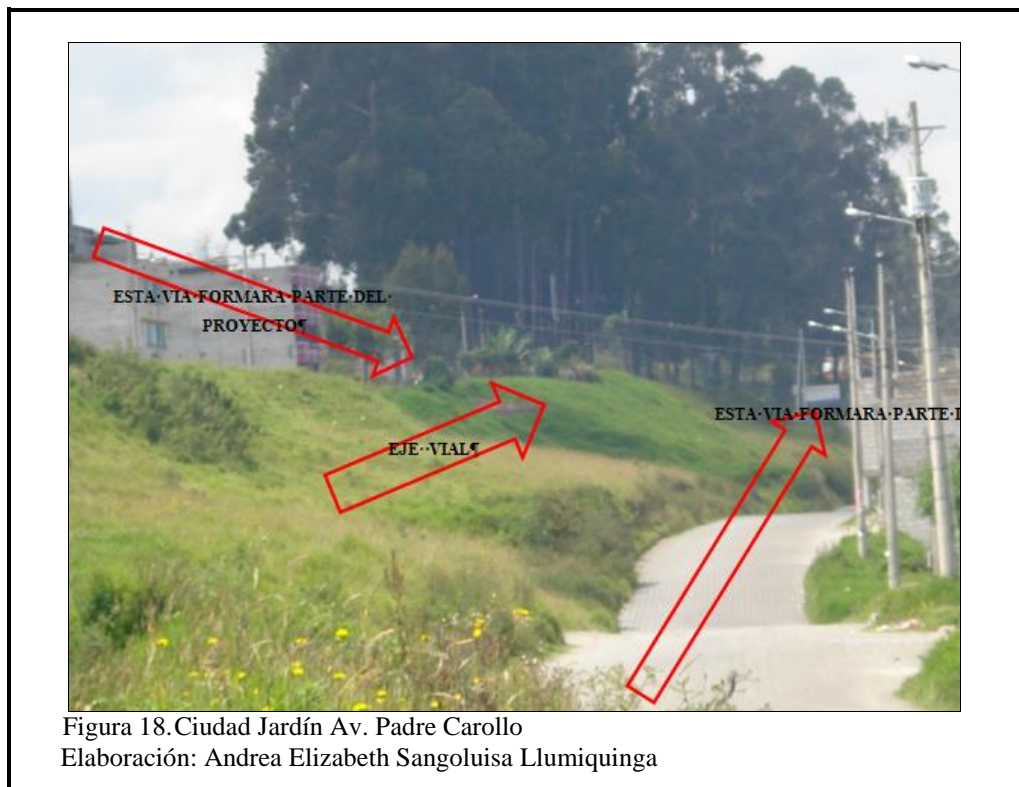
En lo que se refiere al trazado vial de la Av. Padre Carollo debe ajustarse a un diseño previo realizado por la Administración Zonal Quitumbe, en donde se hallan lineamientos específicos en el tramo inicial, se construye por parte de la Administración Zonal Quitumbe en un tramo de 700m a partir de esto se ubica el punto inicial del proyecto, además se prevé la construcción de un puente que atraviesa la quebrada el Conde. A partir de la abscisa 0+400 el proyecto debe ser parte de la red vial existente en el barrio Tréboles del Sur, debido a que debe cumplir con la faja de diseño establecida.



En la abscisa 1+500 el diseño del trazado vial debe cumplir con el límite de la faja establecida, en este tramo existe un tramo de vía adoquinada la cual el proyecto no debe invadir en su sección transversal, el trazado de la vía debe colindar su sección transversal hasta el bordillo izquierdo de la misma.



En el tramo 3+200 la faja definida por el diseño no cumple con la sección transversal requerida, por lo tanto las vías adoquinadas de ambos extremos formaran parte del proyecto en un tramo no mayor a 800m.



4.3.2 Fuentes de abastecimiento de material pétreo.

En la actualidad, la cantera Pifo viene explotando material de su mina, en la misma que desarrolla la explotación de acuerdo al consumo o venta que ella genera, se extrae la roca andesita, la misma que es utilizada como agregado para el hormigón o material para base y sub-base.

La cantera está ubicada en la provincia de Pichincha, en la jurisdicción del cantón Pifo, al Sur - Este de la ciudad de Quito, próxima a la comunidad de Pifo y a una cota de alrededor de 2830 msnm. El ingreso a la cantera se encuentra en la carretera Quito-Papallacta en el Km. 4½. La cantera posee 36 hectáreas de superficie, dentro de estos terrenos se elaborará el presente plan minero, específicamente dentro del manifiesto de producción de la concesión minera.

Los materiales pétreos de la cantera cumple con los requerimientos de laboratorio como son los ensayos de abrasión del material: material de mejoramiento, base, Subbase, el mismo que cumple con las especificaciones técnicas utilizadas tanto para el diseño del pavimento rígido como del pavimento flexible. (Recalde, 2009, pág. 78)

A continuación en la tabla se muestra un resumen de las propiedades mecánicas de los agregados de esta cantera.

Tabla 23. Propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Pifo

Propiedades de los materiales de la cantera de Pifo			
Propiedades	Agregado grueso pasante 1 1/2"	Agregado grueso pasante 1 "	Agregado fino
Contenido de humedad (% W)	1.21	1.9	5.2
Peso unitario suelto(P.U.S) kg/m ³	1198	1236	1425
Peso unitario compacto(P.U.C) kg/m ³	1387	1456	1547
Peso específico(Pe.s.s.s) kg/m ³	2580	2632	2463
Absorción %	2.21	1.69	4.03
Desgaste a la abrasión %	29.6	28.2	

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-Laboratorio de ensayo de materiales, Estudio geotécnico vial avenida Escalón

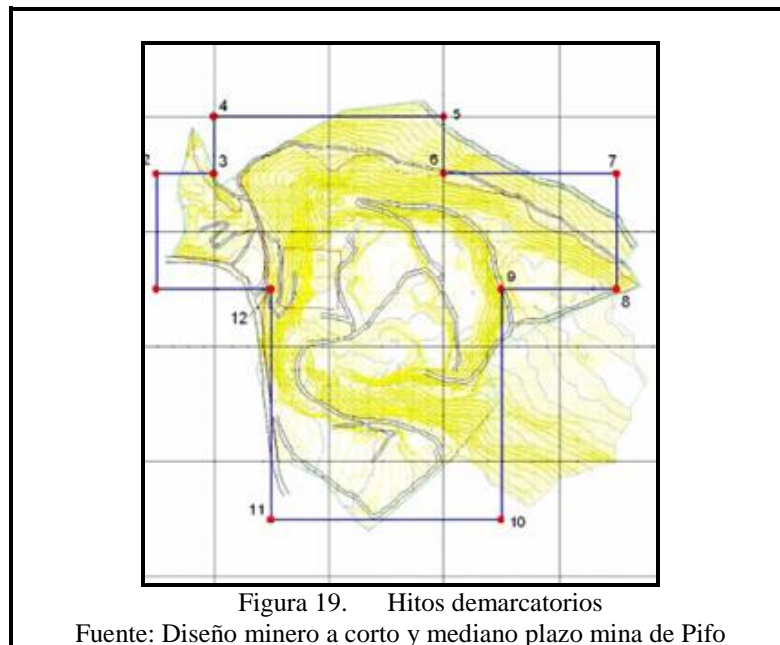
La cantera se encuentra a 48 Km del centro del proyecto tal como se lo puede observar en el anexo 6: Mina de Pifo

- El código de la mina de Pifo es 2871-02

Tabla 24. Coordenadas de la mina de Pifo

Vértice	Coordenadas UTM	
	X(Longitud)	Y (Latitud)
0	798900	9973500
1	798900	9973700
2	799000	9973700
3	799000	9973800
4	799400	9973800
5	799400	9973700
6	799700	9973700
7	799700	9973500
8	799500	9973500
9	799500	9973100
10	799100	9973100
11	799100	9973500

Fuente: Diseño Minero a corto y mediano plazo mina de Pifo



Según el estudio de impacto ambiental referido en el manual de diseño minero a corto y mediano plazo mina de Pifo, las actividades de explotación de las canteras deben cumplir con los siguientes aspectos: (Pifo, 2009 pag 19)

Polvo: La emisión de polvo se origina por las actividades de perforación, voladura y procesamiento las mismas que ocasionan contaminación al aire y la atmosfera, por lo tanto es necesario realizar un riego periódico de pistas y stocks o cubrirlos con lona en los taludes.

Gases: En su mayoría generados por máquinas que consumen gasolina o diésel por lo tanto es necesario realizar mantenimientos periódicos a las maquinarias y poner a punto su sistema de carburación.

Ruido: Realizado de manera temporal por las máquinas de perforación, transporte del material por lo tanto es necesario mantener a punto los silenciadores, reducir la velocidad de circulación, la operación de la planta debe ser en horas diurnas.

Agua: El material fino proveniente de la explotación se aloja en las quebradas las cuales en época de lluvia arrastran estos sedimentos produciendo contaminación del agua superficial, por lo tanto es necesario construir un sistema de drenaje, realizar un mantenimiento de las cunetas de las pistas.

Suelo: El suelo que es eliminado es depositado en una escombrera, el impacto es severo, localizado y temporal, por lo tanto es necesario controlar la erosión de los stocks.

Tabla 25. Medidas ambientales de la mina de Pifo

	Impactos	Medidas correctoras o de recuperacion
Sobre la atmosfera	Emisión de polvo	Riesgo periódico de pistas y stocks (o cubrirlos con lona en los taludes) Trituración con riego tenue Cubrir la carga de volquetas con lona Colocar captador de polvo en perforadora Retirar material de las pistas y darles mantenimiento
	Emisión de gases	Mantenimiento de la maquinaria y poner a punto el sistema de carburación
	Emisión de ruido	Mantener a punto los silenciadores Reducir la velocidad de circulación Cubrir con bandas de caucho los elementos metálicos que sufren impacto de las rocas La operación de la planta debe hacerse a horas diurnas Utilizar cargas correctas de explosivos y utilizar micro retardos
Sobre el agua	Escorrentía	Construir un sistema de drenaje para cada talud importante y las escombreras Mantenimiento de las cunetas de las pistas Reducción de taludes de las escombreras y stocks para así reducir la fuerza erosiva del agua
	Contaminación por combustible	Manejo correcto y seguro del combustible para evitar derrames
	Sedimentación	Controlar la erosión en los stocks
Sobre el suelo	Retirada y acopio	En la retirada y almacenamiento debe evitarse el compactamiento Evitar la muerte de microorganismos aerobios Evitar la contaminación, la producción de polvo, el paso de maquinaria y la erosión
	Ocupación temporal	Evitar remover la capa de suelo que se encuentra debajo de las pilas de stock
Sobre el paisaje	Alteración de la morfología	Recuperación parcial con la restauración del área Creación de una pantalla con árboles de follaje espeso y altura considerable Construcción de barreras visuales con material de desecho

Fuente: Diseño minero a corto y mediano plazo mina de Pifo

4.3.3 Instalaciones provisionales.

En la avenida Padre Carollo, las instalaciones provisionales se refieren a bodegas que serán utilizadas para el almacenamiento de materiales de construcción como: cemento, madera para encofrados, herramienta menor, etc., que son requeridos para la construcción de la vía, además este tipo de instalaciones puede servir como una oficina provisional para los residentes de obra, o encargados de la misma, y de esta manera facilitar las actividades de los involucrados en la construcción como es guardar sus pertenencias y cambiarse de ropa, por otro lado estas instalaciones, están

previstas la colocación de letrinas o que deberá ser contemplado en el plan de manejo ambiental.

Las instalaciones provisionales se deben localizar en las inmediaciones del proyecto en cualquiera de los lugares posteriormente mencionados al inicio de proyecto en el barrio el Vergel, en el escalón 1 ubicado en el barrio la Pampa, en escalón 2 ubicado en el barrio Músculos y Rieles o al final del proyecto en la calle J en el barrio San José de Turubamba, los mismos que pueden ser observados en el anexo 7 Mapa trazado Vial.



Figura 20. Escalón 1 Av. Padre Carollo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga



Figura 21. Escalón 2 Av. Padre Carollo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiuinga

Dichas instalaciones no deben ocasionar malestar a la población circundante ni contaminación en el suelo o quebradas aledañas.

Todo esto debido a que el área se encuentra intervenida en algunos sitios del proyecto donde sería una mejor opción localizar un punto de la comunidad que cuente con los servicios básicos y evitar un plan para el manejo de estos desechos en lo que se refiere a los desechos sólidos es necesario que el contratista coloque contenedores.

4.3.4 Movimiento de tierras.

En la avenida Padre Carollo existen tramos donde la vía es inexistente por lo tanto la serie de acciones encaminadas a la generación de excavación de la superficie produciendo polvos, ruido y la vibración que ocasiona la operación de maquinaria pesada al momento la misma que constara con un mínimo de 2 retroexcavadoras y 6 volquetas en lo concerniente al movimiento de tierras, que ocurrirá en la mayor parte del proyecto, esto será como mínimo y se lo debe ubicar en un frente de trabajo el contratista será el encargado de colocar los frentes necesarios para cumplir el cronograma de tiempos estipulado, se debe tomar en cuenta que en el proyecto

existen casas en los alrededores las mismas que se deben tener cuidado al momento de la remoción de la superficie en especial con los servicios de agua potable, especialmente en los barrios: El Vergel , La Pampa, Músculos y Rieles que son los sitios con mayor asentamiento poblacional.

Los volúmenes de obra se describen en la tabla de curva de masas la misma que se encuentran analizadas en el capítulo geométrico del Trabajo de Titulación Diseño definitivo avenida Padre Carollo.

Tabla 26. Datos curva de masas material excavación

Rubro	Cantidad
Excavación sin clasificar	487,788.96

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

Con respecto al ruido en el sitio del proyecto los vehículos que circulan por los sitios del proyecto son mínimos por lo tanto se deben tomar en cuenta los parámetros descritos en el Plan de Manejo Ambiental en lo que se refiere al ruido, polvo, etc. en lo concerniente a las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

4.3.5 Preparación de materiales.

La avenida Padre Carollo no cuenta con veredas, bordillos, cunetas, en la mayor parte del proyecto encontrándose aceras, en el barrio Ciudad Jardín en un tramo no mayor a 300m, la preparación de materiales se refiere a la preparación de hormigones para la fabricación de las mencionadas obras el mismo que no debe ser colocado sobre el suelo, en caso de que la preparación se realice en el suelo la mezcla debe ser removida inmediatamente para evitar el daño de la vegetación o del suelo , y tampoco los líquidos sobrantes del hormigón vertidos en quebradas o suelo.

Además que la elaboración del hormigón no debe causar molestias a la población y las medidas de mitigación de este impacto serán previstas en el Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 27. Cantidad de materiales

Rubro	Cantidad
Mejoramiento subrasante	17208.00
SUBBASE CLASE E=30 cm	34084.00
Capa de base de hormigón asfáltico	34084.00
Asfalto para imprimación	160860.00
Arena para protección y secado	160.56
CAPA DE RODADURA E= 7.5 cm	112602.00
Bordillo de hormigón	10724.00
Acera de hormigón	21448.00
Hormigón estructural	142.15

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.3.6 Transporte de materiales.

La provisión de materiales y el transporte de material sobrante de excavaciones y retiro de escombros deberán realizarse desde las 7h00 hasta las 18h00, tratando de no interferir en las horas de descanso de la población aledaña a los sitios de trabajo. Como son los sectores de la Morán Valverde, Guajalo, Guamani, que son sectores con alto tráfico vehicular, y peatonal por lo tanto se debe tomar en cuenta las respectivas medidas para causar el menor malestar a la población.



Figura 22. Guajalo Sur de Quito

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga



Figura 23. Morán Valverde Sur de Quito
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a las vías existentes en los sectores aledaños al proyecto debido a que el ingreso al sitio del proyecto es reducido por lo que es necesario tomar rutas alternas. Dentro de esto se deberá tomar en cuenta que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.

El transporte de diésel, gasolina u otros derivados, se realizará en camiones cisternas especialmente contruidos para este fin.

Como se ha mencionado anteriormente la maquinaria mínima utilizada debe ser de 2 retroexcavadoras, y 6 volquetas, tomando en cuenta que el contratista es el único responsable de cumplir con los plazos establecidos en el cronograma por lo tanto ubicara los frentes de trabajo necesarios.

La siguiente tabla contiene la maquinaria requerida por el proyecto las fechas de inicio del proyecto serán determinadas por la entidad contratante.

Tabla 28. Maquinarias requeridas para el proyecto

Fecha inicio de trabajo	Maquinaria necesaria
Obras preliminares	
Desbroce y limpieza	2 Retroexcavadora, 22 volquetas (dos frentes de 6. son 5 días laborables cada volqueta hace 4 viajes diarios)
Movimiento de tierras	
Excavación sin clasificar	2 Retroexcavadora,
Transporte de material de excavación	2 Retroexcavadora, 22 Volquetas
Escombreras	2 Retroexcavadora, 22 Volquetas
Pavimento	
Mejoramiento de la subrasante	2 Retroexcavadora, 15 volquetas(viajes) 2 Rodillo liso, 2 motoniveladoras
Subbase clase 2	22 Volquetas, 2 motoniveladoras
Capa de base de hormigón Asfáltico	2 Máquina de asfalto
Asfalto para imprimación	2 Máquina asfalto
Arena para protección y secado	6 Volquetas, 2 motoniveladoras
Capa de rodadura de hormigón asfáltico	2 Máquina de asfaltos, 6 volquetas
Transporte de material	2 Retroexcavadora, 22 volquetas°
Drenaje	
Excavación y relleno estructura	2 Retroexcavadora, 10 volquetas
Hormigón estructural	2 Mixer, concretera, 2 vibrador
Acero de refuerzo	Ninguna
Tubería acero corrugado	Ninguna
Tubería PVC 300mm	Ninguna
Sumidero boca de lobo tipo 3 T2-1	Ninguna
Sumidero boca de lobo tipo 3 T2-2	Ninguna
Sumidero boca de lobo tipo 3 T2-3	Ninguna
Sumidero boca de lobo tipo 3 T2-4	Ninguna
Sumidero boca de lobo tipo 3 T2-5	Ninguna
Obras complementarias	
Área sembrada	2 Retroexcavadora,
Bordillo de hormigón	4 Concretera
Acera de hormigón	4 Concretera, 2 Vibrador
Señalización	
Postes de kilometraje	Ninguna
Pintura blanca o amarilla	Ninguna
Tachas reflectivas unidireccional	Ninguna
Placa preventiva	Ninguna
Placa regulatoria	Ninguna
Impactos ambientales	
Agua para control para polvo	750 Camión cisterna

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.3.7 Escombreras.

En la avenida Padre Carollo, se pretende utilizar como sitios de acumulación de materiales que deberán ser desalojados producto de la construcción de la vía, en la escombrera denominada El Troje la misma que se encuentra a una distancia de 6km del proyecto , además cuya capacidad de almacenamiento es de 400.000 mil m³ (Hoy, 2011), los sitios que pueden ser utilizados como sitios de acopio de dichos materiales son los terrenos ubicados en las cercanías del proyecto especialmente en terrenos baldíos en los sectores del escalón 1 y del escalón 2 donde la accesibilidad vial es mayor para el transporte de dicho material, dichos sitios se encuentran referenciados en el anexo 7: Mapa de Trazado Vial.



Figura 24. Escalón 1 Av. Padre Carollo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga



Figura 25. Escalón 2 Av. Padre Carollo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiuinga

4.3.8 Desechos sólidos y líquidos.

La avenida Padre Carollo no contempla el uso de campamentos, y en las instalaciones provisionales no está contemplado la generación de un sistema de saneamiento, por lo tanto los desechos líquidos se analizan en el documento de una manera menos específica debido a que las instalaciones provisionales a más de funcionamiento de bodegas u oficinas temporales se puede colocar letrinas en el caso de que la comunidad no acceda a permitir el uso de alguna casa barrial que cuente con un sistema de saneamiento adecuado para el proyecto, con respecto a los desechos sólidos el contratista deberá colocar contenedores para la colocación de dichos desechos los mismos que deberán ser desalojados en las escombreras existentes en el proyecto para su posterior traslado a la escombrera del Troje.

En lo concerniente a los desechos orgánicos el contratista debe proveer de una fosa de desechos orgánicos, caso contrario en las disposiciones entregadas por el residente de obra los obreros tendrán un tiempo límite para ingerir sus alimentos, además las gestiones de control de ingreso y salida serán por parte del contratista

4.3.9 Acopio de materiales de construcción.

Como el acceso al proyecto es limitado el acopio de los materiales de construcción como, material pétreo se debe colocar en las cercanías al mismo los sitios con mayor acceso al proyecto están ubicados en el Vergel , La Pampa, Músculos y Rieles los sitios se encuentran referenciados en el anexo 7: Mapa de Trazado Vial, donde se encuentran terrenos sin cerramiento y que no cuentan con los documentos legales necesarios por lo tanto se pueden hacer uso de los mismos, lo cual ayudara a disminuir las molestias a la población aledaña al sitio del proyecto cabe destacar que estos sitios son los de mayor accesibilidad vial al proyecto.

4.3.10 Circulación de vehículos.

En lo que se refiere al área de influencia directa no existiría un mayor inconveniente al momento del ingreso de la maquinaria pesada para la construcción de la vía, debido a no existir una red vial adecuada la circulación de vehículos tanto públicos como privados es mínima por lo tanto el encargado de la construcción de la obra deberá tomar las medidas necesarias en lo que se refiere al área de influencia indirecta debido a que las avenidas Maldonado y Morán Valverde convergen una gran cantidad de vehículos y no generar un mayor caos vehicular en horas pico.

4.3.11 Demanda de mano de obra.

La construcción del proyecto generara una importante fuente de trabajo para muchos sectores productivos de la sociedad por lo tanto ayudara en el alza del sector económico del sector al momento de la construcción de la vía ya que no solo creara fuentes de trabajo sino que generara comercio temporal como son restaurantes, tiendas, el mismo que es casi nulo en la zona del proyecto.

Cabe destacar que la mano de obra requerida para la construcción del proyecto depende del contratista y sus cuadrillas no necesariamente debe ser de la zona, por lo que la mano de obra en este sector será mínima.

4.3.12 Estructuras necesarias.

En la avenida Padre Carollo es necesaria la construcción de aceras, bordillos, los mismos que son inexistentes en todo la longitud del proyecto, alcantarillas que en su mayoría se encuentran en estado de mediana calidad en los sectores de Ciudad Jardín y músculos y rieles, muros, que son inexistentes actualmente en la vía y será necearía su construcción , por lo tanto el contratista deberá tomar en cuenta todas las recomendaciones de diseño descritas en el documento, que se encuentran acorde a las normas de diseño requeridas para una vía de primer orden.

Tabla 29. Cantidades de obra acera y bordillo

Rubro	Cantidad
Capa de rodadura E= 7.5 cm	112602.00
Bordillo de hormigón	10724.00
Acera de hormigón	21448.00

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.3.13 Asfaltado.

En el proyecto no se encuentran tramos con una estructura de pavimento adecuada en las abscisas de 0+000 - 1+200 el estado de la vía se encuentra en tierra y en algunas partes la vía es inexistente, en las abscisas 3+500 – 4200, el tramo de la vía se encuentra en un mínimo porcentaje adoquinado, por lo tanto al momento de la construcción de la vía se deberá tomar las medidas necesarias en la colocación de la carpeta asfáltica y todos los lineamientos requeridos se encuentran en el documento de tesis en su respectivo capítulo de pavimentos.

Tabla 30. Cantidades obra asfaltado

Rubro	Cantidad
Capa de base de hormigón asfaltico	34084.00
Asfalto para imprimación	160860.00
Arena para protección y secado	160.56
Capa de rodadura E= 7.5 cm	112602.00

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.3.14 Tráfico rodado.

El tráfico rodado tiene referencia al tráfico que circulara por la vía una vez que esta entre en funcionamiento por lo que se ha realizado un conteo volumétrico vehicular

en puntos estratégicos, los cuales permitieron determinar el Tráfico Promedio Anual. (T.P.D.A), los mismos que fueron realizados en campo en junio del 2013, y mediante el conteo manual y la clasificación de los mismos se obtienen los siguientes datos:

La clasificación se ajustó a los siguientes tipos de vehículos:

Livianos: Autos, jeeps, camionetas y furgonetas

Buses: Buses 2 y 3 ejes

Camiones: Camiones de 2, 3,5 y 6 ejes

Los conteos manuales de clasificación se realizaron durante una semana y por sentido de circulación en dicho periodo se registró una muestra de vehículos identificados los mismos que se encuentran en detalle en el capítulo 8 del trabajo de titulación Diseño definitivo avenida Padre Carollo.

El tráfico total considerado para el proyecto, es la suma del tráfico futuro más generado y desviado.

Tráfico proyecto = tráfico futuro + tráfico generado + tráfico desviado

4.3.14.1 Tráfico futuro.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 20 años y el crecimiento normal del tráfico.

4.3.14.2 Tráfico generado.

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían solo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen.

Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación

del proyecto para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal.

4.3.14.3 Tráfico desviado.

Del análisis se puede observar que las vías del sector son paralelas, y cada una de ellas tiene diferentes destinos, por lo que el tráfico desviado para el proyecto de estudio es el 0 por ciento.

Tráfico Proyecto = tráfico futuro + tráfico generado + tráfico desviado

$$\text{Tráfico Proyecto} = 32231 + 0.20 (14704)$$

$$\text{Tráfico Proyecto} = 35172$$

4.3.15 Mantenimiento.

Referido a las labores que durante la vida útil de la vía se deben realizar a fin de mantenerla en condiciones adecuadas de operatividad.

Por lo tanto las acciones de mantenimiento vial son:

Las obras de mantenimiento habitual incluyen acciones como bacheo, sello de fisuras en vías de pavimento flexible o rígido, reparación de baches en tiempo de invierno y señalización horizontal, además de limpieza de cunetas.

Tabla 31. Mantenimiento vial

Mantenimiento vial	
Mantenimiento rutinario	
Rubro	Tiempo
Limpieza de cunetas	Bimensual
Corte de la vegetación	Bimensual
Bacheo Puntual	Bimensual
Mantenimiento periódico	
Bacheo mayor	Cada 3 años
Recapeo	Cada 5 años
Sellado de fisura	Anual
Bacheo menor	Anual
Señalización	Anual

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.3.16 Efecto barrera.

Relacionado con el obstáculo en que se convertirá la vía para la movilización transversal de personas y animales.

En el proyecto el efecto es mínimo debido a que al no existir pasos viales de óptimas condiciones la transitabilidad de la población es dificultosa por lo tanto los puntos ubicados en la Florida, Músculos y Rieles, deben estar habilitados ya que son los principales accesos a estos barrios estos barrios se encuentran referenciados en el anexo 7 Mapa de Trazado Vial.

4.4 Análisis de alternativas

4.4.1 Alternativas al trazado vial.

Se realizó el planteamiento de tres alternativas de trazado vial lo cual se referencia en el anexo 8 Mapa alternativas trazado vial para la avenida Padre Carollo decidiendo optar por la segunda alternativa debido a que tiene una longitud menor con respecto a las otras alternativas. Además, que se ajusta con un diseño previo realizado por el Municipio de Quito , por otro lado con esta alternativa no existe relación directa con el tema de las expropiaciones debido a que la mayoría de la población no tiene toda la documentación necesaria para ser acreedora a dichos predios y la construcción de la misma se benéfica por que no deberá pagar el precio por expropiaciones continuando el proyecto sin mayores contratiempos y cumpliendo con los plazos establecidos, además de que esto genera un beneficio para la ciudad ya que permitirá regular los asentamientos poblacionales generando beneficios a largo plazo, además de aumentar un valor significativo en la plusvalía debido a que los predios correctamente legalizados tendrán un valor más alto, además la población podrá acceder a los servicios de infraestructura básica (agua ,luz, teléfono, internet).

Con la ejecución del proyecto la población beneficiada podrá acceder a los centros de salud, distracción, trabajo en menos tiempo, también se genera un desarrollo comercial por que se genera un mejor ambiente para las actividades comerciales, además que los sistemas de transporte pueden acceder a toda el área de influencia

directa beneficiando de manera positiva a la población. En el anexo 8 se encuentra el trazado previo de las alternativas de diseño de la avenida Padre Carollo.

4.4.1.1 Calificación de alternativas.

La calificación se realizara de acuerdo a los parámetros de la siguiente tabla con valores que van del 1 has el 5 siendo el 5 el de mayor impacto.

Tabla 32. Análisis de alternativas al trazado vial

Alternativa	Social	Económico	Ambiental
Alternativa 1	En este sentido esta alternativa genera una gran cantidad de expropiaciones en la que los propietarios cuentan en su mayoría con los documentos de manera legal generando conflictos legales.	Esta alternativa tiene un recorrido mayor a 6 km. Por lo que el presupuesto en su construcción aumenta debido al aumento en las cantidades de obra	Al ser un área intervenida en su totalidad no existen afectaciones a la flora y fauna pero si al aire, y a la población aledaña al proyecto. Se beneficiaría en que no existe movimiento de tierra en esta alternativa
Alternativa 2	Esta alternativa se ajusta a la faja de diseño precedido por la Administración Quitumbe, además de que el asentamiento poblacional legal es mínimo, por ende se inhiben los conflictos legales.	Esta alternativa la distancia de recorrido es de 6 km, donde no se considera expropiación de terrenos, las cantidades de obra pueden ser las adecuadas además de que es un sector económico potencial para la población involucrada.	El movimiento de tierra es uno de los grandes inconvenientes con respecto a los impactos ambientales, además del ruido, polvo y malestar a la población.
Alternativa 3	Esta alternativa en los primeros tramos no tiene ningún problema con asentamientos poblacionales, pero en penúltimo kilómetro el trazado converge con una urbanización lo cual la invalida debido a los problemas legales que acarrea la construcción.	Esta alternativa la distancia de recorrido es de 8 Km donde las cantidades de obra aumentan además se encuentra junto al camino de los Incas que es Patrimonio Cultural, y sobretodo afectaría gran parte al parque Metropolitano del sur	Existe una zona extensa de alrededor de 1 km de bosque y en el tramo central se encuentra el parque metropolitano del sur por lo tanto la tala de árboles a más del movimiento de tierras hacen que esta alternativa no sea viable

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiuinga

Tabla 33. Calificación análisis de alternativas al trazado vial

Calificación de alternativas			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Expropiación terrenos	4	1	3
Longitud de recorrido	4	3	5
Movimiento de tierra	3	4	5
Deforestación	1	2	5
Sumatoria	12	10	18

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

Por lo tanto la alternativa 2 es la mejor alternativa de las tres al tener un menor en la sumatoria de la calificación.

4.5 Determinación de áreas de influencias

4.5.1 Determinación del área de influencia directa.

Para determinar el área de influencia del proyecto se realizó un recorrido del sector considerando la ubicación geográfica, las actividades que se desarrollaran en la ejecución del proyecto, la naturaleza y los impactos que podrían generar en los habitantes del sector.

Área de influencia directa que considera 30 metros a cada lado del eje de la Av. Padre Carollo, a todo lo largo de su trazado debido a que esta área se verá afectada de manera directa durante la ejecución del proyecto, generando impactos para el suelo ya que la maquinaria que se utilice para la construcción provocara erosión al mismo , además que la calidad del aire y agua de igual manera se verán afectados producto de las actividades de movimientos de tierra , el ruido será otro factor a tomar en cuenta por las mismas actividades realizadas con las maquinaria, este conjunto de actividades hacen que esta área sea la de mayor afectación.

El área de influencia resulta ser tan reducida debido a que por requerimientos específicos por parte de la administración Zonal Quitumbe, no se puede ir más allá debido a que el área esta intervenida en su totalidad generando malestares a la población por el ruido el polvo y demás, si bien es cierto generara molestias al momento de la construcción también generara actividades comerciales, ya que en el momento de la construcción se crearan actividades económicas mientras dure la

ejecución del proyecto, otro aspecto a tomar en cuenta son los reducidos accesos hacia el área del proyecto por lo que ocasiona dificultad al momento del ingreso de maquinaria pesada, en el anexo 9 se puede identificar el área de influencia directa que comprende los sectores cercanos al proyecto avenida Padre Carollo.

4.5.2 Determinación del área de influencia indirecta.

Área de influencia indirecta: definida por las áreas urbanas y suburbanas urbanizables, que hayan sido consideradas en los planes de desarrollo urbano y de reordenamiento territorial propuestos por el Municipio de Quito en el Área de Desarrollo del Proyecto.

De manera similar a la descripción del área de influencia directa se tomara en cuenta un rango comprendido de forma paralela entre la Av. Maldonado y la Av. Simón Bolívar donde se toman en cuenta la mayoría de los impactos generados en el área de influencia directa.

Como consecuencia de los reducidos accesos hacia el proyecto provocados por el ingreso de la maquinaria hacia el proyecto generando ruido, además de expulsar gases contaminantes al aire. En el anexo 10 se puede identificar el área de influencia indirecta que comprende los sectores desde la avenida Simón Bolívar hasta la avenida Maldonado.

4.6 Línea base

4.6.1 Abiótico.

4.6.1.1 Aire.

a) Calidad del aire

Para la identificación de este parámetro se utiliza información de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ) que forma parte de la Corporación para el Mejoramiento del aire de Quito. (Quito, 2013, pág. 55)

La REMMAQ por medio de sus estaciones remotas ubicadas en el área urbana de la ciudad de Quito, está en capacidad de medir de manera continua la concentración en el aire ambiente de cinco de los denominados contaminantes comunes (Ambiente, 2002):

- **Material particulado fino (PM_{2.5}):** El término “material particulado” (PM, del inglés particulate matter) incluye tanto partículas sólidas como gotas de líquido que se encuentran en el aire, la fuente de estas partículas provienen de todo tipo de combustión.
- **Óxidos de nitrógeno (NO₂):** Las fuentes de este gas son los automóviles y las plantas de generación.
- **Dióxido de azufre (SO₂):** las principales fuentes incluyen las plantas de generación termoeléctrica; generalmente las mayores concentraciones se encuentran cerca de las zonas industriales.
- **Monóxido de carbono (CO₂):** se forma cuando el carbono de los combustibles no se quema completamente lo cual ocurre en los motores de los vehículos y en procesos industriales.
- **Oxidantes fotoquímicos expresados como ozono (O₃):** Se forma cuando los contaminantes emitidos por los vehículos, chimeneas industriales reaccionan químicamente en la atmosfera en presencia de la luz solar.

En este contexto, una herramienta útil constituye el Índice Quiteño de la Calidad del Aire (IQCA), que proporciona información confiable sobre los niveles diarios de contaminación del aire.

La tabal presenta las categorías del IQCA y sus valores límites, para cada contaminante común de la atmósfera.

Tabla 34. Valores límites de cada contaminante de la atmosfera

Límites numéricos de cada categoría del IQCA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
Rango	Categoría	CO ^a	O ₃ ^b	NO _x ^c	SO ₂ ^d	PM _{2.5} ^e
0 - 50	Nivel deseable	0 - 5 000	0 - 80	0 - 75	0 - 175	0 - 33
50 - 100	Nivel aceptable	5 001 - 10 000	81 - 160	76 - 150	176 - 350	34 - 65
100 - 200	Nivel de precaución	10 001 - 15 000	161 - 300	151 - 1 200	351 - 800	66 - 150
200 - 300	Nivel de alerta	15 001 - 30 000	301 - 600	1 201 - 2 300	801 - 1 600	151 - 250
300 - 400	Nivel de alarma	30 001 - 40 000	601 - 800	2 301 - 3 000	1 601 - 2 100	251 - 350
400 - 500	Nivel de emergencia	> 40 000	> 800	> 3 000	> 2 100	> 350

Notas: a. Se refiere a la concentración promedio en ocho horas
 b. Se refiere a la concentración promedio en una hora de los oxidantes fotoquímicos expresados como ozono
 c. Se refiere a la concentración máxima en 24 horas de los óxidos de nitrógeno expresados como NO₂
 d. Se refiere a la concentración promedio en 24 horas
 e. La norma ecuatoriana no establece niveles de alerta en función del PM_{2.5}, sino del PM₁₀; por ello, los valores que se anotan en la tabla son los vigentes para el AQI de los Estados Unidos. Los valores se refieren a las concentraciones máximas en 24 horas.

Fuente: REMMAQ - CORPAIRE, 2004

La tabla muestra valores promedios anuales para cada contaminante común de la atmósfera registrados en la estación de monitoreo de la REMMAQ ubicada en Guamani cercana a la zona del proyecto.

Tabla 35. Valores promedios anuales para cada contaminante de la atmosfera

Valores numéricos del IQCA en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el 2006		
Estación: Ubicada en Guamani (Patio de la Escuela Julio Espinosa)		
(PM _{2.5})	0.56	Se refiere a la concentración máxima en 24 horas
(NO _x)	32.2	Se refiere a la concentración máxima en 24 horas
(SO ₂)	21.7	Se refiere a la concentración máxima en 24 horas
(CO ₂)	1.2	Se refiere a la concentración máxima en 8 horas
(O ₃)	25.1	Se refiere a la concentración máxima en 1 horas

Fuente: CORPAIRE, 2006

Según los valores de los contaminantes establecidos para la zona del proyecto presentados en la tabla 25 y comparados con la tabla 24 (Valores límites de cada contaminante de la atmosfera); la zona del proyecto presenta una calidad del aire, de categoría deseable. El nivel deseable se ha introducido como un indicativo de la mejor condición que se podría alcanzar, y con ello incentivar el cumplimiento de las medidas regulares o normales de control definidas por las autoridades y la sociedad.

b) Nivel sonoro

Técnicamente, ruido es cualquier sonido no deseado, molesto y/o desagradable, que se puede llegar a provocar alteraciones fisiológicas, psicológicas o de índole social. El nivel sonoro se mide con el aparato llamado sonómetro y su unidad de medida es decibeles (dB). El sonido es molesto si su nivel de presión sonora supera los 60 dB y según la Organización Mundial de la Salud, es peligroso a partir de 85-90 dB y doloroso a partir de 130 dB; existiendo factores relacionados con el sonido que determinan la mayor o menor gravedad sus efectos, estos son: la repetitividad, la duración y la sensibilidad.

Quito se ve afectada por el ruido ambiental debido a la complejidad de su topografía, con calles y avenidas estrechas y empinadas, además por el considerable aumento del parque automotor durante la última década. Según el informe anual 2007 de la Corporación para el mejoramiento del aire, el Distrito Metropolitano de Quito tiene un parque activo de 368.000 vehículos y 20.000 motos aproximadamente. (CORPAIRE, 2007, pág. 87)

Según la Ordenanza Metropolitana No. 213 en la Norma Técnica para el control de ruido causado por fuentes fijas y móviles.

La tabla muestra niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas.

Tabla 36. Niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas

Tipo de zona según el uso del suelo	Nivel de presión sonora dB	
	De 06:00 a 20:00	De 20:00 a 06:00
Zona residencial	50	40
Zona residencial múltiple (2)	55	45
Zona comercial	60	50
Zona industrial 1	60	50
Zona industrial 2	65	55

Fuente: Según la Ordenanza Metropolitana No. 213

La tabla muestra niveles máximos permitidos de ruido para fuentes móviles (vehículos).

Tabla 37. Niveles máximos permitidos de ruido para fuentes móviles

Categoría de vehículo	Velocidad del motor en la prueba (rpm)	Máximo (dB)
Motocicletas	4000 a 5000	90
Vehículos livianos	2500 a 3500	88
Vehículos pesados para carga	1500 a 2500	90
Buses, busetas	1500 a 2500	90

Fuente: Según la Ordenanza Metropolitana No. 213

Para el análisis de este subcomponente ruido en el área de influencia del proyecto se toma datos realizados en la investigación titulada: Elaboración de un mapa de contaminación acústica del Distrito Metropolitano de Quito – Sur por el Autor José Francisco Días. En dicha investigación el autor caracteriza estaciones para mediciones de ruido designadas y una de estas estaciones se ubicó en la Zona sur de quito-Sector Guamani área de influencia indirecta del proyecto. (CORPAIRE, 2007, pág. 88)

Para la zona de estudio se realizaron mediciones del ruido de la zona a distancias de 25, 50, 75 y 100 metros; a continuación se caracteriza el ruido para la zona de influencia del proyecto mediante los datos de la estación ubicada en Guamani.

Análisis de ruido de acuerdo a niveles registrados en la estación ubicada en Guamani

Los valores característicos para esta zona son 54 y 65 dB, generados principalmente por industrias pequeñas de metalmecánicas, pocos vehículos pesados que pasan por la zona, que por ser un área adoquinada y con cierta pendiente lo que obliga a los conductores a acelerar.

Se observa que durante el día, predominan en toda la estación, valores de ruido comprendidos entre 57 y 64 dB; para la tarde, esta situación no cambia.

Para la noche, el ruido disminuye espacialmente, en esta estación se ha tomado datos de hasta 35dB. En la tabla se muestran datos registrados de ruido en la estación Guamani.

Tabla 38. Niveles de ruido registrado en la estación Guamani

Cuartil (m)	Horario		
	Mañana (dB)	Tarde (dB)	Noche(dB)
25	65,70	65,30	64,80
50	63,80	65,10	64,90
75	60,60	59,90	59,00
100	61,20	61,60	61,20

Fuente: Investigación Elaboración de un mapa de contaminación acústica del Distrito Metropolitano de Quito – Sur por el Autor José Francisco Días.

En la estación Guamani, el valor máximo fue de 65,70dB, en la mañana cabe reiterar que en las mañanas hay actividades educativas en el sector; de lo anterior se puede decir que los niveles de ruido en la zona sur de Quito área de influencia del proyecto son altos pero, en todo caso están dentro de los máximos permitidos Según la Ordenanza Metropolitana No. 213.

4.6.1.2 Suelo.

a) Calidad del suelo

El relieve del Distrito Metropolitano de Quito es notablemente heterogéneo: está formado por una amplia gama de variaciones que van desde planicies y terrenos con ondulaciones leves hasta vertientes con pendientes pronunciadas; los relieves glaciáricos también son comunes en las partes más altas del Distrito Metropolitano de Quito. Las unidades geomorfológicas fueron agrupadas en unidades de paisaje que permiten una visión global de la morfodinámica del Distrito Metropolitano de Quito. SIGAGRO (2004, pág. 46)

b) Permeabilidad

Todo el proyecto vial denominado avenida Padre Carollo se desarrolla sobre formaciones del periodo cuaternario representados por depósitos de tobas, cenizas lapillis de la formación cangagua.

La ruta Padre Carollo cruza la quebrada denominada el Conde en la abscisa 0+370; la misma que ha sido formada por acción erosiva hidráulica sobre suelos tobáceos de la formación cangagua; la forma de la quebrada es en “V”, con distancias entre

bordes de 25 metros y de profundidad 15 metros, con una pendiente longitudinal del 15% y dirección de flujo oriente –occidente; la ruta cruza esta quebrada en forma perpendicular. En esta quebrada está proyectado un puente de 50 metros de luz que permitirá la continuidad de la vía Padre Carollo; cabe señalar que los estudios de ingeniería para el puente mencionado no es parte de esta tesis.

Formaciones geológicas principales a las que cruza la ruta Av. Padre Carollo

Según la información de la geología regional de la Hoja No 65 Quito SE, escala 1:50 000, editada por el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos - Dirección Nacional de Geología y Minas, la geología que aflora en el área de estudio corresponde a las siguientes formaciones:

- **Depósitos coluviales (Periodo Cuaternario) (Qc)**

En la zona oriental al proyecto entre la abscisa 0+344 hasta la abscisa 2+300 aproximadamente se presentan estos depósitos, formados por la deposición gravitacional de detritos de formaciones preexistentes y están inmersos generalmente en una matriz limosa o arcillosa estos materiales son porosos y permeables.

- **Depósitos de cangagua (Periodo Cuaternario) (Qc/PM)**

El proyecto se desarrolla sobre esta formación desde el inicio hasta la abscisa 4+700 aproximadamente. Estos depósitos están constituidos de estratos de toba volcánica de plagioclasa, hornblenda y por estratos de cenizas y lapilli intercalados.

Al suelo conocido como cangagua se lo clasifica en Mecánica de Suelos como limo arenoso o limo arcilloso.

- **Depósitos lacustres (Periodo Cuaternario) (QL)**

La vía cruza estos depósitos a partir de la abscisa 4+700 hasta el final del proyecto. Estos afloramientos son depósitos lagunares de cenizas poseen una textura limo-

arenosa que hacen de matriz de cantos rodados y clastos angulosos. Estos depósitos suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales.

Descripción geomorfológica y geológica de la ruta Padre Carollo

En la zona del proyecto las fallas geológicas se ubican al costado oriental y occidental del eje de la vía con dirección NE. Según información de geología regional estas fallas son inactivas y se hallan cubiertas por espesas capas de tobas de la formación Cangagua.

El drenaje es medio, con escurrimiento moderado gracias a la presencia de los materiales poco permeables en superficies tales como limos arcillosos y arcilla.

c) Geomorfología

Se ha dividido la vía en 3 tramos con el fin de exponer con claridad las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de la ruta Padre Carollo.

Tramo 1: Abscisas 0+000 a 4+000

La morfología se presenta regular y ondulada por lo que la pendiente transversal del terreno donde se proyecta la vía, varía desde 0° a 25° . El drenaje es medio por la presencia de materiales poco permeables.

El proyecto se lo ha diseñado con cortes, que alcanzan los 8 metros de altura en la abscisa 3 + 500. Este corte se lo realizará en las tobas (rocas piroclásticas).

Según los resultados del ensayo triaxial se recomienda que la inclinación de los taludes de corte para esta abscisa sea 1H : 1.2 V.

Tramo 2: Abscisas 4 + 000 a 5 +000

La vía se proyecta sobre relieves planos, cuya composición de suelos son de tipo orgánicos y turbas.

El drenaje es bajo por ser zona plana y por la presencia de suelos orgánicos. Cabe destacar que en las épocas lluviosas el nivel freático es bastante alto y a veces en la superficie.

Tramo 3: Abscisas 5 + 000 a 5 + 500

Este tramo se proyecta sobre relieves ondulados con pendiente transversal del terreno de 0° a 15°. Los terrenos en este tramo son suelos limos y arcillas, los cuales son poco permeables generando un drenaje medio.

En el capítulo Geológico Geotécnico; se analiza en detalle lo correspondiente a la geomorfología, geología y geotecnia de la zona de influencia del proyecto. En el anexo 5 se muestra las fotografías señaladas en la descripción de la ruta. Referenciadas en el trabajo de titulación Diseño definitivo de la avenida Padre Carollo.

4.6.1.3 Agua.

a) Calidad del agua

Dado que el proyecto se ubica al sur de la ciudad la cuenca utilizada es la del río Machángara la misma que se divide en subcuencas siendo parte del proyecto Av. Padre Carollo la Subcuenca de la Quebrada Caupichu donde la quebrada El Conde es afluente de la misma.

Con el objeto de hacer una breve caracterización de la calidad de agua de la quebrada el Conde en el área de influencia del proyecto se analizó a través de observación visual donde se considera una alta concentración de coliformes fecales, misma que corresponde a la falta de control de efluentes producto de aguas servidas que descargan a la quebrada.

De lo analizado se establece que el recurso hídrico existente en el área del proyecto puede ser utilizado para otros usos diferentes al consumo humano.

Con base en estudios sobre el nivel de contaminación de la ciudad y áreas aledañas, se expidió en enero de 1992 la Ordenanza No. 2910 “Para la prevención y control de la contaminación producida por las descargas líquidas industriales y las emisiones hacia la atmosfera”. (Da Ros, 1995, pág. 114)

La contaminación industrial en función del Código Internacional Industrial Uniforme (CIU) mostró que los principales sectores contaminantes del agua eran: el textil, fabricación de productos metálicos, y productos alimenticios, bebidas y tabaco, debido al uso de insumos inorgánicos con características de baja biodegradabilidad y elevada toxicidad. (Da Ros, 1995, pág. 115)

Calidad de agua para consumo humano

En el DMQ, la entidad encargada de la calidad del agua para el consumo humano es la EMAAP-Q. En las plantas de tratamiento se evalúa la calidad del agua en función de los límites exigidos por la norma INEN 1108. Los análisis físico – químicos se realizan en agua cruda y tratada en cada planta de tratamiento. Los resultados se presentan en la siguiente tabla: (ATLAS DMQ, 2008, pág. 38)

La población aledaña al proyecto se abastece del agua que provee el tanque de la EPMAAP denominado Tanque Turubamba Bajo # 1, 1999, ubicada en el barrio Músculos y Rieles en el escalón 2 como se puede observar en la siguiente figura.



Figura 26. Tanque Turubamba Bajo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

b) Recursos hídricos

El análisis de hidrología se enfoca en los fenómenos asociados al flujo del agua a través de taludes y quebradas que de manera directa o indirecta afecta a la obra vial proyectada.

Se estructura este análisis de acuerdo a tres componentes básicos:

- La lluvia; como variable de entrada
- El escurrimiento; la hidrología
- Y las características geomorfológicas de las microcuencas de aporte al escurrimiento.

En relación al estudio hidrológico de la quebrada El Conde (0+344) el estudio detallado no es parte de este trabajo de titulación; se lo hará en el estudio respectivo del puente proyectado sobre la misma.

Hidrología de la zona del proyecto

La vía en estudio se encuentra a una cota promedio de 3000 msnm y en el extremo sur-este del Distrito Metropolitano de Quito. De acuerdo al levantamiento topográfico para el proyecto, fotografías aéreas y el diseño geométrico vial, la vía se desarrolla a media ladera.

Las áreas de aportación de las microcuencas a lo largo de la vía, son en un 40% zonas urbanas y en un 60% zonas no urbanas, dentro de este último porcentaje existe una proyección del 30 % a ser urbanizado a mediano plazo.

Las zonas urbanizadas que corresponden al 40% de las áreas de aportación a lo largo de la vía constan de viviendas unifamiliares con vías adoquinadas y tienen servicios básicos de alcantarillado, agua potable y luz eléctrica.

Dentro del 60% restante de las áreas de aportación a lo largo de la vía existen:

- Zonas boscosas a partir de la abs. 0+394.22 hasta la abs. 1+1100.00.
- Pastizales a partir de la abs. 1+640.00 hasta la abs. 2+130.00 con proyección urbanizable a mediano plazo.
- Pastizales y cultivos desde la abs. 3+180.00 hasta la abs. 5+411.12 con escasa proyección urbanizable y existe poca cobertura de redes de alcantarillado lo que dificulta la descarga de los caudales pluviales que se generan al implementar la vía.

Para el diseño de obras de drenaje las áreas de aportación se asumen como zonas urbanas, porque el Distrito Metropolitano de Quito está encaminado a urbanizar estas zonas a mediano plazo.

Caudal de diseño para obras de drenaje vial

El caudal de diseño para el dimensionamiento de las obras de drenaje vial como son cunetas laterales y alcantarillas, en esta investigación se utilizó la metodología del

método racional, por tener áreas de las microcuencas menores a 200 hectáreas y características hidráulicas simples.

La expresión para el caudal en este método es el siguiente:

$$Q = \frac{CiA}{3.6}$$

Dónde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A = área de aporte en km²

i = intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

En el capítulo 3 Estudio hidrológico; se determinan los caudales generados en las microcuencas y con ello se proyecta las obras civiles necesarias para el drenaje que contribuya a asegurar el buen funcionamiento de la infraestructura vial proyectada.

Tabla 39. Caudales de diseño

ABSCISA:			Q Área Media ladera Ha	Q Área Aportación Vía Ha
0+736.25	A	1+250.00	0.14	0.034
1+645.13	A	2+255.00	0.16	0.037
4+009.05	A	5+117.07	0.35	0.11
4+147.67	A	4+443.75	0	0.039
4+443.75	A	4+755.66	0	0.05
4+755.66	A	5+014.27	0	0.039
5+014.27	A	5+123.35	0	0.016
5+123.35	A	5+200.00	0	0.011
5+200.00	A	5+370.30	0	0.026
5+370.30	A	5+416.00	0	0.0076

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

4.6.2 Biótico.

4.6.2.1 Flora.

Hoy en día en la ciudad de Quito existe una gran variedad de tipos de vegetación, diferenciados de acuerdo al tipo y emplazamiento de los espacios urbanos. Cada área posee también un potencial específico para sembrar y mantener vegetación en el futuro.

El tipo, la cantidad y localización de la vegetación en Quito, junto con elementos artificiales de la ciudad (edificios, infraestructura de servicios, sistema de calles, etc.) se combinan para definir la estructura y composición del ecosistema forestal urbano.

El presente estudio de la flora en la zona del proyecto se realizó en base a la metodología de las evaluaciones ecológicas rápidas, esta metodología está diseñada para investigar ecosistemas y planificar su conservación utilizando procesos y métodos que permitan obtener información rápidamente y de forma general para un área determinada.

En los primeros tramos del proyecto se puede divisar un pequeño asentamiento con plantas del sector y árboles de la misma manera en los tramos finales se encuentra una gran parte de pastizales y un asentamiento pequeño con vegetación del sitio y árboles.

Los pastizales están compuestos principalmente del pasto kikuyo Trébol blanco, y otros pastos nativos.

En la avenida Padre Carollo por medio de visitas de campo se ha podido determinar s los siguientes tipos de estratificación la cual se describe a continuación:

Estratificación discontinua presente: Estas formaciones vegetales, se caracterizan por presentar, diferencias en su distribución y abundancia en sitio, considerando lo siguiente:

- **Estrato arbóreo:** Formado por árboles, aislados.



Figura 27. Estrato arbóreo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

Ubicado en la abscisa 3+800 en el sector denominado Ciudad Jardín, por medio de una visita de campo se puede observar este tipo de estrato, representado por una extensión mínima, debido al asentamiento poblacional que en su mayoría ha afectado a la flora nativa del sector.

- **Estrato arbustivo:** Formado por diversos arbustos.



Figura 28. Estrato arbustivo
Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

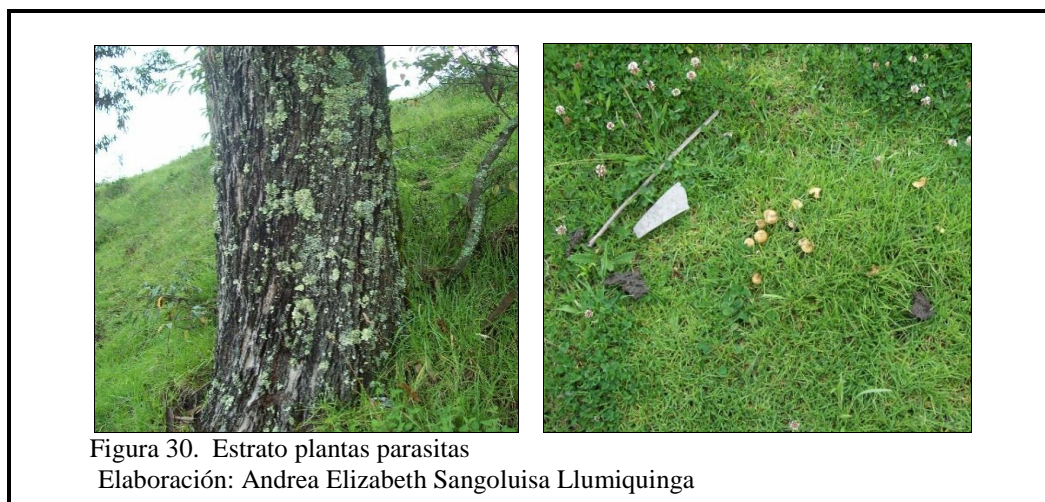
Ubicado en la abscisa 0+200 en el sector denominado El Vergel, por medio de una visita de campo se puede observar este tipo de estrato, en su mayoría utilizado como cerramiento de algunos predios que colindan con la quebrada El Conde.

- **Estrato herbáceo:** Formado por plantas herbáceas (hiervas, plantas jóvenes de arbustos),



Ubicado en la abscisa 3+800 en el sector denominado Ciudad Jardín, por medio de una visita de campo se puede observar este tipo de estrato, representado por una de alrededor de 2 Km siendo un área netamente de pastizales con predominante formación de este tipo de estrato.

- **Estrato de plantas parásitas:** Por lo general se presentan en el suelo y tallos, tales como: musgos, helechos, valerianas.



Ubicado en la abscisa 0+200, 0+0+450,3+800 en los sectores denominados El Vergel, Tréboles del Sur y Ciudad Jardín, por medio de una visita de campo se puede observar este tipo de estrato encontrándose con mayor abundancia en el último tramo debido a que existe una extensa área de pastizales.

4.6.2.2 Fauna.

En la zona del proyecto los inventarios de fauna son nulos debido a que la zona se encuentra intervenida en su totalidad por los asentamientos, humanos.

El asentamiento poblacional ha generado en el ecosistema por donde cruza el proyecto una modificación en su totalidad por lo tanto en la zona se ha producido que la fauna silvestre se pierda en su totalidad.

En las abscisas 0+000 y 0+3500 por medio de visitas de campo se ha podido observar que el asentamiento poblacional es en su totalidad debido a las obras de infraestructura básica requerida por la población como es obra urbana y de saneamiento, a partir de las abscisas 3+3500 hasta el final del proyecto 5+5411 se encuentra una parte del ecosistema en el que se pudo observar pastizales los mismos que se han dividido en lotes , confirmado la inexistencia de la fauna silvestre que pudo haber existido.

Por lo tanto se concluye que para el presente proyecto los aspectos recabados sobre la fauna son nulos debido a que la zona se encuentra intervenida en su totalidad.

a) Cobertura vegetal

En el barrio Tréboles del Sur existen estratos y en Ciudad Jardín se encuentran estratos arbóreos, plantas parasitas y estrato herbáceo descritos antes en el tema flora del documento.

4.6.3 Antrópico.

4.6.3.1 Medio Perceptual.

a) Vista panorámica y paisajística

La vista panorámica y paisajística no solo se refiere a los aspectos visuales por lo tanto existen algunos criterios que deben ser tomados en cuenta como: topografía, suelo, clima, geología, factores visuales aspectos arqueológicos y culturales.

b) Elementos históricos y/o culturales

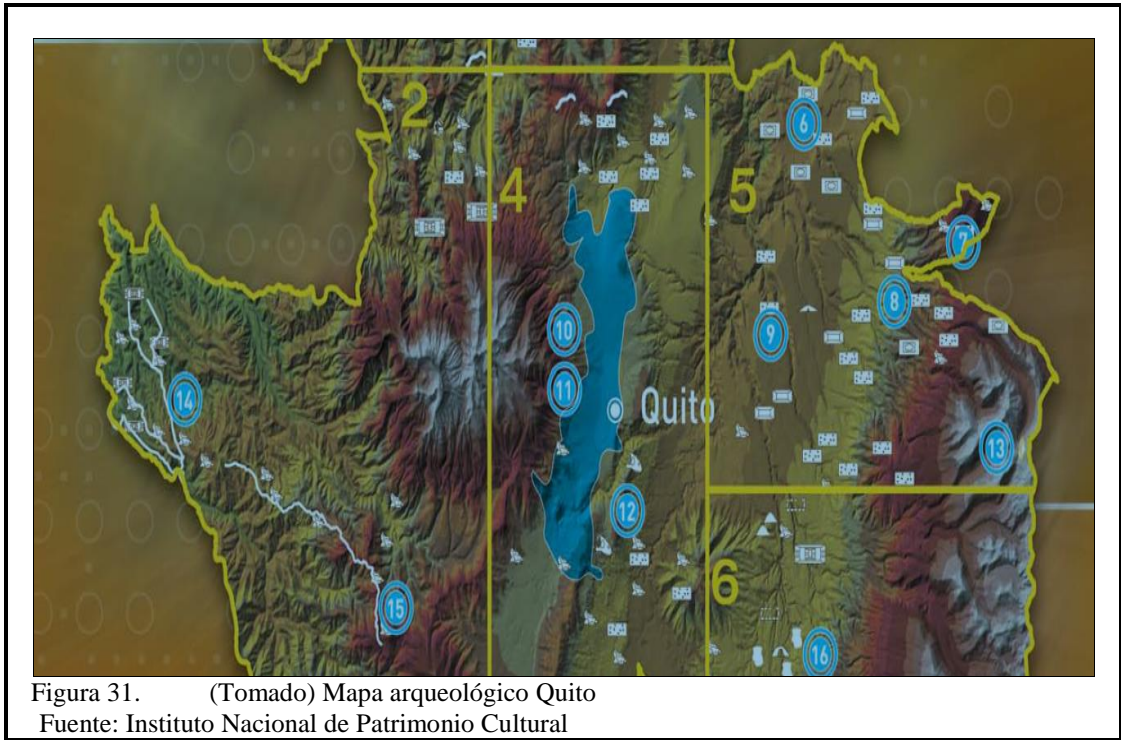
El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural establece.

Según dicho documento se recomienda:

Previo a las obras de infraestructura de la Av. Padre Carollo, se debe ejecutar: prospección y excavación arqueológica, y monitoreo arqueológico durante la remoción de suelos que afecte a los bienes patrimoniales.

Es importante la participación de un equipo multidisciplinario especialmente en el área de arqueología-historia con la finalidad de tomar medidas precautelarias en la preservación y conservación de las evidencias paleontológicas, arqueológicas e históricas.

El área de influencia del proyecto se encuentra en el barrio LA FLORIDA encontrándose aproximadamente a unos 800m del sitio de intervención directa por lo tanto en el sitio del proyecto no se tiene ningún tipo de vestigio arqueológico.



Sitio	Código	Ícono
10 La Florida	Z3A2 - 018	
11 Rumipamba	Z3B3 - 092	
12 La Ronda	Z3A4	
13 Fuente de Obsidiana	Z3B4 - Q	
14 Culuncos Saloya - Lloa		
15 Culunco Lloa - Saloya		
16 Cueva Bestia Machay	Z3B3 - 028	
17 Pucará Añaro	Z3D1 - 021	

Figura 32. Simbología mapa arqueológico Quito
Fuente: Instituto Nacional de Patrimonio Cultural

4.6.3.2 Infraestructura.

a) Red vial

La implementación del Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025 se constituye en una respuesta institucional que en general propone mejorar la movilidad, pero en base en la construcción y puesta en marcha de un sistema que abarque y estructure los distintos componentes que intervienen dentro del concepto de movilidad. (Plan Maestro Movilidad, (2009, pág 80)

En este sentido el plan integra una serie de programas y proyectos que rondan los \$4,287.518 dólares. Específicamente se plantean los proyectos de transporte público, transporte comercial, movilidad peatonal, movilidad en bicicleta y transporte de bienes y mercaderías.

Los planes de transporte público y movilidad en bicicleta se constituyen en orientaciones puntuales que articulan el mejoramiento de la calidad del aire en cuanto buscan optimizar el servicio de transporte público convencional para mejorar la oferta y promover la movilidad colectiva, disminuir los viajes en medios individuales, disminuir la emisión de gases contaminantes y promover el desarrollo de medios de transporte alternativos,

Con lo que respecta al sitio de estudio no existe una red vial adecuada por donde circulen los medios de transporte públicos por lo que la población debe acceder a este servicio a los barrios aledaños al proyecto, por lo tanto se prevee se integren redes de transporte publico cuando el proyecto se ejecute. (Quito E. D., 2009)

Esto no solamente generara una mayor produccion a la zona del proyecto ademas, permitirá que la població

n logre generar un sector comercial que beneficie a su población.

Las principales vias que conectan los puntos de inicio y fin del proyecto son: al inicio del proyecto la avenida Morán Valverde, que a su vez se conecta con la avenida

Maldonado, al final del proyecto se puede acceder por la avenida Simón Bolívar o por la avenida Maldonado que a su vez se conecta con la calle J. para acceder a los puntos intermedios del proyecto se puede acceder a través del escalón 1 en el barrio la Florida, en el escalón 2 en el barrio Musculos y Rieles que se conecta con el barrio Caupichu, donde se puede acceder al servicio de transporte público con más facilidad esto en el documento es referido como accesibilidad transversal.

b) Accesibilidad

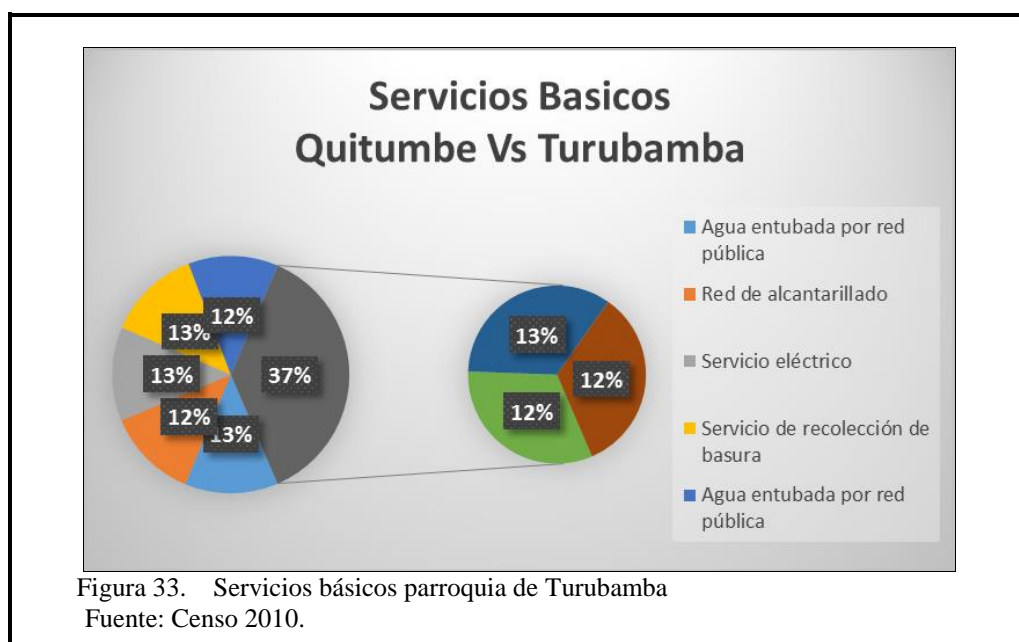
Las vías de acceso hacia el proyecto comprenden principalmente la Av. Morán Valverde en la parte NE, alrededor de 700 m ingresando por el barrio El Vergel se tiene acceso hacia el inicio del proyecto, a partir del punto inicial en la abscisa 0+350 se encuentra un paso obligatorio ya que atravesamos la quebrada denominada “El Conde” donde se contempla la construcción de un puente, a partir de la abscisa 0+400 no existe vías de acceso hacia el proyecto, otras vías de intersección y de acceso son las del Escalón 1 en el barrio la cocha, en el Escalón 2 en el barrio Músculos y Rieles que son arterias que se conectan con la Av. Simón Bolívar y finalmente en la calle “J” en el barrio San Juan de Turubamba en la parte final del proyecto ubicado al SE de la ciudad que a su vez se conecta con la Av. Maldonado, por lo tanto es de suma importancia la realización de este proyecto ya que beneficiará de sobremanera a la población circundante.

Barrios del proyecto: El Vergel, Tréboles del Sur, Cipreses, La Pampa, Músculos y Rieles, La Florida, Bellavista del Sur, Ciudad Jardín, San Juan de Turubamba el orden es de norte a sur a lo largo del proyecto.

c) Red energía eléctrica

En las parroquia de Quitumbe y Turubamba como se puede determinar en la siguiente figura la mayor parte de la población cuenta con red de energía eléctrica, esto se debe tomar en cuenta que es para los asentamientos poblacionales en regla en el área de influencia del proyecto la mayor parte de la población no cuenta con toda

la documentación requerida para acceder a gestiones a la autoridad competente para que les proporcione dicho servicio.



La población del área de influencia cuenta en un 60% con el servicio debido a que la mayoría de lotes no cuenta con la documentación requerida para acceder al mismo.

d) Sistema de Saneamiento - Agua de consumo

En lo concerniente a la red de agua de consumo y red de saneamiento, el panorama es el mismo debido a que estos servicios básicos únicamente se da a la población que contribuye con impuestos, en el área de influencia directa los sitios que cuentan con estos servicios son: La Florida, Músculos y Rieles, Ciudad Jardín (en su parte inicial) ya que estos sectores cuentan como urbanos para la sectorización en la Administración Quitumbe.

Tabla 40. Servicios básicos parroquia de Quitumbe

Servicios	Porcentaje
Agua entubada por red pública	99.00%
Red de alcantarillado	96.60%
Servicio eléctrico	99.60%
Servicio de recolección de basura	98.95%

Fuente: Censo 2010

Tabla 41. Servicios básicos parroquia de Turubamba

Servicios	Porcentaje
Agua entubada por red pública	95.30%
Red de alcantarillado	92.40%
Servicio eléctrico	98.70%
Servicio de recolección de basura	97.48%

Fuente: Censo 2010

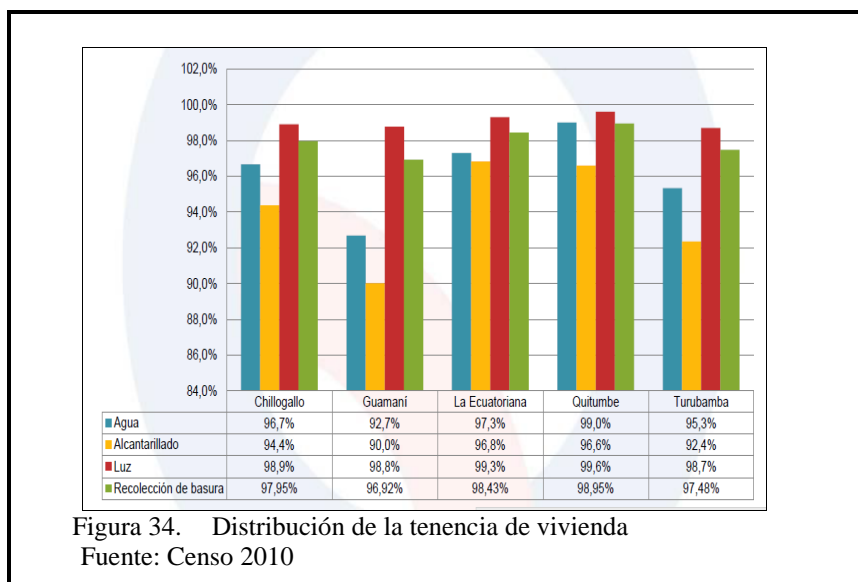


Figura 34. Distribución de la tenencia de vivienda
Fuente: Censo 2010

4.6.3.3 Uso del territorio.

a) Suelo residencial ocupado

Los sectores como Músculos y Rieles, la Florida, Ciudad Jardín son los únicos que cuentan con la legalización de los predios por lo tanto en estos sectores es donde la población ha podido realizar gestiones para acceder a los servicios básicos como: agua, luz, teléfono este sector en el documento se denomina suelo residencial ocupado.

b) Suelo residencial vacante

Todos estos aspectos de falta de producción local, empleo, etc. Siendo una de las principales razones la falta de vialidad en la zona del proyecto genera consecuencias como son los asentamientos poblacionales ilegales lo que se denomina suelo residencial vacante en el documento ya que en la mayor parte del proyecto se pueden observar terrenos baldíos, o cooperativas que aún no han legalizado los predios, e

incluso familias que se ha apropiado de los mismos, una razón puede ser por la falta de interés de las autoridades al momento de realizar los planes de urbanismo en la ciudad.

4.6.3.4 Humanos.

a) Calidad de vida

En lo que se refiere a las condiciones de vida, en la zona de estudio, los sectores están muy bien definidos dependiendo del poder adquisitivo de la población, no solamente lo que se refiere a vivienda, sino también a servicios básicos, y a acceso a lugares de expansión, restaurantes, almacenes, entre otros.

Estos datos se encuentran referidos básicamente a los sitios con mayor afluencia poblacional en las denominadas parroquias en lo concerniente al área de influencia directa únicamente los sitios que se encuentran con los respectivos documentos de regulación otorgados por el Municipio de Quito pueden acceder a los servicios de infraestructura básica, por lo tanto las infraestructura de la vivienda tienen una calidad media de construcción , en otros sitios se presentan infraestructura de baja calidad , esto se ha podido apreciar por medio de visitas al sitio del proyecto.

b) Seguridad y Salud

En el sector no existe ningún puesto de salud, por lo que la mayoría de los pobladores, acceden a estos servicios en las parroquias más cercanas o en el cantón Quito.

La información antes mencionada se la recolecto a través de las visitas de campo, donde se pudo advertir que los sitios más cercanos para acudir hacia un centro de salud el más cercano sería el centro de salud ubicado en el barrio San Martín ubicado a quince minutos del sector, y si se desea un hospital una opción sería el hospital Padre Carollo ubicado a veinte minutos del proyecto en cuanto se refiere a los barrios que se encuentran al inicio del proyecto , los barrios ubicados en el centro y fin del proyecto pueden acudir al centro de salud de Caupichu , y el hospital más cercano de

la misma manera sería Padre Carollo, esto en cuanto se refiere a salud pública, por el contrario servicios de salud privados se encuentran con mayor acopio en Caupichu, Nueva Aurora siendo estos sitios parte del área de influencia indirecta del proyecto.

En lo referente a la Seguridad de la población en el área de influencia del proyecto no existen Unidades de Policía Comunitarias las mismas al igual que los Centros de Salud se encuentran ubicada en los centros con mayor asentamiento poblacional, ubicados en los sectores de La Florida, Caupichu , San Martin.

4.6.3.5 Economía y población.

a) Producción

Turubamba: En el corazón de Turubamba Sur se encuentra el Parque Industrial Turubamba (PIT) con una extensión de 162 hectáreas cuyo uso general del suelo establecido por el Plan de Desarrollo Territorial en 2006 lo destina para las Zonas Industriales del Distrito Metropolitano de Quito.

El PIT representa una actividad de Industrias tipo 3 que son las de mayor contaminación dentro de la clasificación industrial.

La industria en Quito representa cerca del 10% de los establecimientos económicos de un total de 99.952. Es común observar fábricas en las principales avenidas que conectan a la ciudad. En ese sentido, de las 10.450 empresas instaladas en el Distrito,

Quito es una de las ciudades con menor tasa de desempleo, pues existe un sector productivo equilibrado y una industria potente con un número importante de empleos. (El Telegrafo, 2013, pág 14)

En la zona del proyecto el parque industrial Turubamba se encuentra a una distancia aproximada de 800m en donde se presume que un 10% de la población se encuentra beneficiada por el empleo que genera estas empresas.

b) Empleo

El proceso de poblamiento del sector ha sido creciente en las últimas décadas, especialmente en el sector de Quitumbe, en donde se han construido urbanizaciones unifamiliares y multifamiliares; lo cual ha dado paso para que los sectores de comercio y servicios se desarrollen de manera acelerada.

En cuanto a la parroquia de Turubamba, se han convertido en polos de atracción para el sector industrial, por lo que en el área se dinamizarán el empleo, el comercio y los servicios, lo cual a corto plazo significará un aumento poblacional considerable.

En las siguientes tablas se puede observar la población de las parroquias, según el Censo de 2010.

Tabla 42. Población por parroquias año 2010

Parroquia	Población
Quitumbe	79057
Turubamba	56169

Fuente: Censo 2010

Según fuentes del Distrito metropolitano de Quito a través de sus Administraciones zonales el índice de crecimiento poblacional en la parroquia de Quitumbe la tasa de crecimiento para el 2010 es de 7.6 % y para parroquia de Turubamba el índice de crecimiento es de 7.5 %, por lo tanto y en base a esta información se ha calculado la población futura para un periodo de 20 años mostrados en las tablas a continuación.

Tabla 43. Población futura Quitumbe y Turubamba

Año	P. Futura (Pf)	P. Futura (Pf)
2014	79057	56169
2015	85065	60382
2016	91530	64910
2017	98487	69779
2018	105972	75012
2019	114025	80638
2020	122691	86686
2021	132016	93187
2022	142049	100176
2023	152845	152845
2024	164461	115766
2025	176960	124449
2026	190409	133782
2027	204880	143816
2028	220451	154602
2029	237205	166197
2030	255233	178662
2031	274631	192062
2032	295503	206466
2033	317961	221951
2034	342126	238598

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Población Económicamente Activa – PEA: La PEA población de 12 años y más, se refiere a las personas que están en edad de trabajar. Es un indicador de la oferta de mano de obra en una sociedad.

Tabla 44. Población económica activa por parroquia

Parroquia	Población
Quitumbe	35494
Turubamba	25240

Fuente: Censo 2010

c) Economía local

En lo concerniente a la zona de estudio las ofertas de empleo no son muy significativas por lo que la población de la zona de influencia especialmente en la parroquia Quitumbe en un promedio del 80% de la población debe buscar fuentes de trabajo en zonas alejadas del sitio de influencia del proyecto a diferencia de cerca de un 10% de la población que tiene lugar ocupacional en el sector industrial ubicado en la parroquia de Turubamba.

d) Cambios de valor en el suelo

Con la ejecución del proyecto uno de los mayores beneficios para la población es la legalización de los predios por un lado los propietarios de los predios que tengan toda su documentación en regla no sufrirán ninguna expropiación a sus predios y la plusvalía de los mismos aumentara debido a que una vía de primer orden como la que se prevé ejecutar permitirá que la población mejore sustancialmente su nivel de vida, además de brindar un beneficio social por que ayudara a la ciudad a disminuir con los asentamientos poblacionales ilegales, los propietarios de predios que no tengan documentos en regla podrán acceder a ellos mediante programas que ofrece el Municipio de Quito, de esta manera la población se verá beneficiada en ambos sectores.

e) Estructura de la propiedad

El proyecto avenida Padre Carollo, tomando en cuenta que el tema de expropiaciones genera problemas tanto sociales como económicos ha respetado la faja de diseño otorgada por el Municipio de Quito por lo tanto su trazado vial no interfiere con predios de propietarios legales, por lo que en el proyecto no se contemplan las expropiaciones.

4.7 Balance ambiental identificación y evaluación de impactos ambientales

4.7.1 Objetivo.

Identificar los impactos ambientales positivos y negativos que se generarán durante la construcción y operación y mantenimiento del proyecto vial y evaluar la magnitud e importancia de los mismos.

4.7.2 Alcance.

Los impactos ambientales se identificaron en toda el área de estudio, tanto en la de influencia directa como en la influencia indirecta, en las diferentes fases del proyecto, como son la de construcción y la de operación y mantenimiento.

Adicionalmente, se ha priorizado los impactos de mayor magnitud y relevancia, los mismos que cuentan con medidas correctivas.

4.7.3 Metodología de evaluación.

4.7.3.1 Introducción.

Un impacto ambiental, es todo cambio neto, positivo o negativo, que se producirá en el medio ambiente como resultado de una acción de desarrollo a ejecutarse.

La caracterización ambiental realizada para el área de influencia de la vía de acceso, permitió identificar y dimensionar las características principales de cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales.

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado una matriz causa - efecto, en donde su análisis según filas posee los factores ambientales que caracterizan el entorno, y su análisis según columnas corresponde a las acciones de las distintas fases.

Se ha seleccionado un número apropiado de características ambientales según subcomponentes. A continuación en la tabla 45, constan las características ambientales consideradas; su clasificación de acuerdo al componente que pertenece; y, la definición de su inclusión en la caracterización ambiental.

Tabla 45. Evaluación de impactos ambientales

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Factor ambiental	Definición
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Variación de los niveles de emisión e inmisión en el área de influencia de la vía
		Nivel sonoro	Variación de presión molesta en las inmediaciones a la vía.
	Suelo	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo, especialmente en aquellas áreas afectadas directamente por la vía.
		Permeabilidad	Pérdida de infiltración por disminución de porosidad en los suelos del área intervenida por el proyecto.
		Geomorfología	Variación, a lo largo de la vía, del relieve asociado al paisaje y a la formación geológica.
	Agua	Calidad del agua superficial	Alteración de los parámetros de calidad del agua de la quebrada donde cruza el proyecto.
		Recursos hídricos	Obstrucción quebradas, afectados por el proyecto, en especial durante la etapa de construcción.
Biótico	Flora y fauna	Cobertura vegetal	Alteración de la cobertura vegetal existente en la zona a intervenir. En el caso del proyecto es nulo
Antrópico	Medio perceptual	Vista panorámica y paisaje	Alteración del paisaje actual, especialmente en el área de influencia directa del proyecto.
	Infraestructura	Red vial	Interferencia con sistema vial existente desde el vergel hasta calle "J" Turubamba y viceversa.
		Accesibilidad	Referido a la facilidad que prestará la vía para acceder al proyecto y su área de influencia.
		Red de energía eléctrica	Interferencia con el servicio de energía eléctrica en la zona del proyecto, debido al retiro y reubicación de postes.
		Sistema de saneamiento	Interferencia con el sistema de saneamiento en la zona del proyecto, especialmente en aquellas áreas donde éste existe y será atravesado por la vía.

Continúa...

Tabla 45. Evaluación de impactos ambientales

Continuación...

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Factor ambiental	Definición
Antrópico	Infraestructura	Sistema de agua de consumo	Interferencia con el sistema de agua potable en la zona del proyecto, especialmente en aquellas áreas donde éste existe y será atravesado por la vía.
	Uso del territorio	Suelo residencial ocupado	Alteración del suelo edificado, destinado a la vivienda
		Suelo residencial vacante	Alteración del suelo que pertenece a cooperativas de vivienda, urbanizaciones y lotizaciones que al momento se encuentra sin construir, independientemente de si están cultivados o baldíos.
	Humanos	Calidad de Vida	Interferencia en los aspectos de salud, económicos y ecológicos y de conservación del medio ambiente de la población.
		Salud y seguridad	Afectación a la calidad fisiológica y mental de la población y su nivel de riesgo frente a los impactos de las acciones derivadas del proyecto.
	Economía y población	Producción	Variación de los índices productivos en el sector, debido a las facilidades prestadas por la vía.
		Empleo	Variación de la capacidad de absorber la población económica activa (PEA), en las diferentes actividades productivas directas e indirectas generadas por el proyecto.
		Economía local	Variación de la dinámica local debido a la construcción y funcionamiento de la vía.
		Valor del suelo	Variación del costo real del suelo en función de la oferta y demanda debido a la ejecución del proyecto.
		Estructura de la propiedad	Cambios en la pertenencia de la propiedad una vez que el proyecto entre en ejecución.

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Para la realización del estudio de impacto ambiental, se ha conformado un registro de acciones de tal manera que sean lo más representativas del estudio.

En la tabla 46 constan las acciones consideradas y su definición para la fase de construcción del proyecto.

En la tabla 47 se hallan las acciones consideradas y su definición para la fase de operación del proyecto.

Tabla 46. Acciones consideradas durante la fase de construcción

Acción	Definición
Instalaciones provisionales	Es el primer paso para iniciar la construcción de las obras civiles, compuesto principalmente de bodegas.
Movimiento de tierras	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras para conformar la mesa de la vía y/o la construcción de las obras inherentes a la misma.
Preparación de materiales	Referido a la preparación de materiales, especialmente hormigón y asfalto, necesarios para la construcción de la vía y sus obras conexas.
Transporte de materiales	Se refiere a la acción de transportar los diversos materiales desde su punto de origen al sitio de los trabajos
Escombreras	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras en diferentes sitios autorizados para este fin
Desechos sólidos y líquidos	Se refiere al desalojo de residuos sólidos y líquidos generados, principalmente en instalaciones provisionales.
Acopio de materiales de construcción	Consiste en el almacenamiento de los diferentes materiales requeridos para la construcción de la vía y sus obras conexas.
Circulación de vehículos	Referido al tráfico vehicular al interior del área de influencia del proyecto.
Demanda de mano de obra	La construcción de la vía generará demanda de mano de obra y otros servicios adicionales.
Expropiación de terrenos	Referido a la expropiación de los terrenos al interior del derechos de vía, lo cual obligará a la población afectada a asentarse en otro sitio. En este caso el proyecto cruza por el ancho de afectación permitido por lo tanto no se prevé afectaciones. En el proyecto no se toma en cuenta este aspecto debido a que el proyecto se encuentra dentro de la faja de diseño establecida para el mismo.
Estructuras necesarias	Referido a aquellas estructuras que forman parte de la vía, tales como alcantarillas, puentes.
Asfaltado	Se refiere al acabado que tendrá la capa de rodadura de la vía, lo cual hará que la misma facilite el tráfico vehicular.

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Tabla 47. Acciones consideradas durante la fase de operación

Acción	Definición
Tráfico rodado	Relacionado con el tráfico que se tendrá en el sector una vez que la vía entre en funcionamiento.
Mantenimiento vial	Referido a las labores que durante la vida útil de la vía se deben realizar a fin de mantenerla en condiciones adecuadas de operatividad.

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.7.3.2 Identificación de impactos ambientales.

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiente (factores ambientales), se ha materializado realizando una marca gráfica en la celda de cruce correspondiente en la matriz causa - efecto desarrollada específicamente para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado las denominadas Matrices de Identificación de Impactos Ambientales.

Se ha proporcionado el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, se le ha designado como de orden positivo o negativo.

4.7.3.3 Predicción de impactos ambientales.

La predicción de impactos ambientales, se la ejecutó valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, para lo cual se ha utilizado la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de Extensión, Duración y Reversibilidad de cada interacción, e introducir factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica.

La calificación de cada una de estas características se muestra en las Matrices Nos. 2, 3 y 4. (Referenciados en los anexos 4.8, 4.9, 4.10)

Las características consideradas para la valoración de la importancia, se las define de la manera siguiente:

- a) Extensión: Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto

- b) Duración: Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.
- c) Reversibilidad: Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se ha realizado utilizando la ecuación:

$$\mathbf{Imp = We \times E + Wd \times D + Wr \times R}$$

Dónde:

Imp = Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental

E = Valor del criterio de Extensión

We = Peso del criterio de Extensión

D = Valor del criterio de Duración

Wd = Peso del criterio de Duración

R = Valor del criterio de Reversibilidad

Wr = Peso del criterio de Reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$\mathbf{We + Wd + Wr = 1}$$

Para el presente caso se ha definido los siguientes valores para los pesos o factores de ponderación:

- Peso del criterio de Extensión = We = 0,35
- Peso del criterio de Duración = Wd = 0,40
- Peso del criterio de Reversibilidad = Wr = 0,25

La valoración de las características de cada interacción, se ha realizado en un rango de 1 a 10, pero sólo evaluando con los siguientes valores y en consideración con los criterios expuestos en la tabla 48.

Tabla 48. Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados

Características de la importancia del impacto ambiental	Puntuación de acuerdo a la magnitud de la característica				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Se puede entonces deducir que el valor de la importancia de un impacto, fluctúa entre un máximo de 10 y un mínimo de 1. Se considera a un impacto que ha recibido la calificación de 10, como un impacto de total trascendencia y directa influencia en el entorno del proyecto. Los valores de importancia que sean similares al valor de 1, denotan poca trascendencia y casi ninguna influencia sobre el entorno.

La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se ha puntuado directamente en base al juicio técnico del grupo evaluador, manteniendo la escala de puntuación de 1 a 10 pero sólo con los valores de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0.

Un impacto que se califique con magnitud 10, denota una altísima incidencia de esa acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona. Los valores de magnitud de 1 y 2.5, son correspondientes a interacciones de poca incidencia sobre la calidad ambiental del factor.

Un impacto ambiental se categoriza de acuerdo con sus niveles de importancia y magnitud, sea positivo o negativo. Para globalizar estos criterios, se ha decidido realizar la media geométrica de la multiplicación de los valores de importancia y magnitud, respetando el signo de su carácter. El resultado de esta operación se lo denomina valor del Impacto y responde a la ecuación:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag}) ^{0.5}$$

En virtud a la metodología utilizada, un impacto ambiental puede alcanzar un Valor del Impacto máximo de 10 y mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario, valores mayores a 6.5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea estos de carácter positivo o negativo.

El cálculo de la importancia, magnitud y el respectivo valor del impacto para cada interacción identificada, se halla en las matrices Nos. 5, 6 y 7, respectivamente. (Ver anexos 16, 17 y 18)

Finalmente, con la magnitud del valor del impacto, se ha construido la matriz causa - efecto de resultados del valor del impacto, correspondiente a la matriz 7. En esta matriz se puede apreciar los niveles de impactos por factores ambientales y por acciones consideradas.

4.7.3.4 Categorización de impactos ambientales.

La categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo ha realizado en base al valor del impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

- Altamente significativos;
- Significativos;
- Despreciables; y
- Benéficos.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

- a) Impactos altamente significativos: Son aquellos de carácter negativo, cuyo valor del impacto es mayor o igual a 6,5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.

- b) Impactos significativos: Son aquellos de carácter negativo, cuyo valor del impacto es menor a 6,5 pero mayor o igual a 4,5, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
- c) Despreciables: corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con valor del impacto menor a 4,5. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.
- d) Benéficos: Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.

Además, se describirá el impacto más significativo de acuerdo a la matriz de impactos determinada por el valor más alto, en cada una de las fases, construcción, operación y mantenimiento.

a) Descripción de las afectaciones al medio ambiente

En el análisis de impacto ambiental de la Av. Padre Carollo, durante la etapa de construcción se han identificado un total de 156 interacciones causa – efecto, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 49. Criterios de puntuación de la fase de construcción

Numero de impactos			
Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Beneficio
23	25	50	14

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Según esta tabla el 20.53% de impactos son altamente significativos, el 22.32% son significativos, el 44.64% son despreciables y el 12.5% son benéficos.

Las acciones que mayor impacto negativo producirán en el proyecto son, en orden de importancia: el movimiento de tierras (VIA: -100.60); ya que el polvo que genera la remoción de este tipo de material afecta de manera directa a la calidad del aire,

además, que el ruido que produce al realizar dicha actividad genera perturbación en las actividades diarias de la población.

En lo que se refiere al aire el contenido de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno, plomo (Pb), y dióxido de azufre (SO₂).

En menor medida se emiten partículas en suspensión y ciertos metales pesados (Zn, Mn, y Fe).

La concentración de contaminantes se expresa en partes por millón (ppm) o en microgramos por metro cúbico.

El material particular causa obstrucción a las membranas respiratorias, por otro lado los componentes de azufre: SO, SO₂ (producen irritación en las mucosas y ojos), SH₂ (producen olores desagradables y tóxicos).

Los óxidos de N: NO, NO₂, NO₃ producen enfermedades de las vías respiratorias.

El monóxido de carbono CO y CO₂ el CO es tóxico, interfiere en el transporte de oxígeno a las células.

El ozono O₃ causa irritación en la nariz y en la garganta

El ruido que producen las maquinas en la etapa de construcción generan molestias a la población la intensidad del sonido se mide en decibelios (db).

Tabla 50. Niveles de ruido maquinaria

Maquina	Db
Martillo neumático	120-110
Perforador neumático	105-115
Sierra industrial hormigón	90-105
Bulldozer	95-100
Niveladora	87-95
Retroexcavadora	85-94

Fuente: AECOM libro de vibraciones

Los efectos para la salud de la población van desde el orden del nerviosismo aumentando el ritmo cardiaco, hasta problemas en el trabajo por falta de concentración debido a la perturbación que causa el ruido para receptor mensajes.

Escombreras; el mayor de los impactos producidos es la contaminación al aire por un lado por la generación de polvo con el material particulado y el monóxido de carbono que emana la maquinaria utilizada para el transporte de los materiales, otro impacto generado es para la calidad del agua la geomorfología la permeabilidad ya que los residuos de material pueden ser enviados a los cauces naturales contaminándolos de manera superficial además de generar erosión al suelo por el constante tránsito de la maquinaria pesada necesaria en la construcción de estructuras necesarias además de la generación de impactos tanto en el suelo como en el agua otro impacto es el deterioro paisajístico ya que el mismo proceso de construcción provoca malestar visual por la desordenada colocación de la maquinaria y la apilación de los materiales y el constante tránsito de los trabajadores por el área de influencia provocando una imagen poco agradable en la etapa de construcción del proyecto.

Estructuras necesarias (VIA: -56.40); preparación de materiales (VIA: -40.50); acopio de materiales (VIA: -34.60); circulación de vehículos (VIA: -33.40); transporte de materiales (VIA: -32.10); asfaltado (VIA: -27.30); desechos sólidos y líquidos (VIA: -24.00); instalaciones provisionales (VIA: -11.00);

Bajo el mismo esquema de análisis, los factores ambientales del medio abiótico que mayor impacto recibirán en el proyecto son, en orden de importancia: permeabilidad (VIA: -45.10); calidad del aire (VIA: -42.90); calidad del suelo (VIA: -40.80); recursos hídricos (VIA: -43,1); recursos hídricos (VIA: -35.60); calidad del agua (VIA: -31.80); geomorfología (VIA: -31.00); y, nivel sonoro (VIA: -16.90)

En el caso del medio biótico, los factores ambientales que mayor impacto recibirán en el proyecto son, en orden de importancia: la cobertura vegetal (VIA: -11.80); los remanentes de bosque (VIA: -10.80).

En el medio antrópico, los factores ambientales que mayor impacto recibirán en el proyecto son, en orden de importancia: panorámica y paisaje (VIA: -46.70); calidad de vida (VIA: -33.20); suelo residencial ocupado (VIA: -29.40); suelo residencial ocupado (VIA: -38,5); salud y seguridad (VIA: -20.40); red vial (VIA: -13.20); suelo residencial vacante (VIA: -11.90); suelo comercial (VIA:-11.90); accesibilidad(VIA: -11.30); sistema de agua de consumo (VIA: -9.10); sistema de saneamiento (VIA: -6.50); cambios de valor en el suelo (VIA: -3.30); red de energía eléctrica (VIA: -2.50); producción (VIA: -2.00).



Figura 35. Movimiento de tierras fase de construcción
Fuente: Pagina Web Google

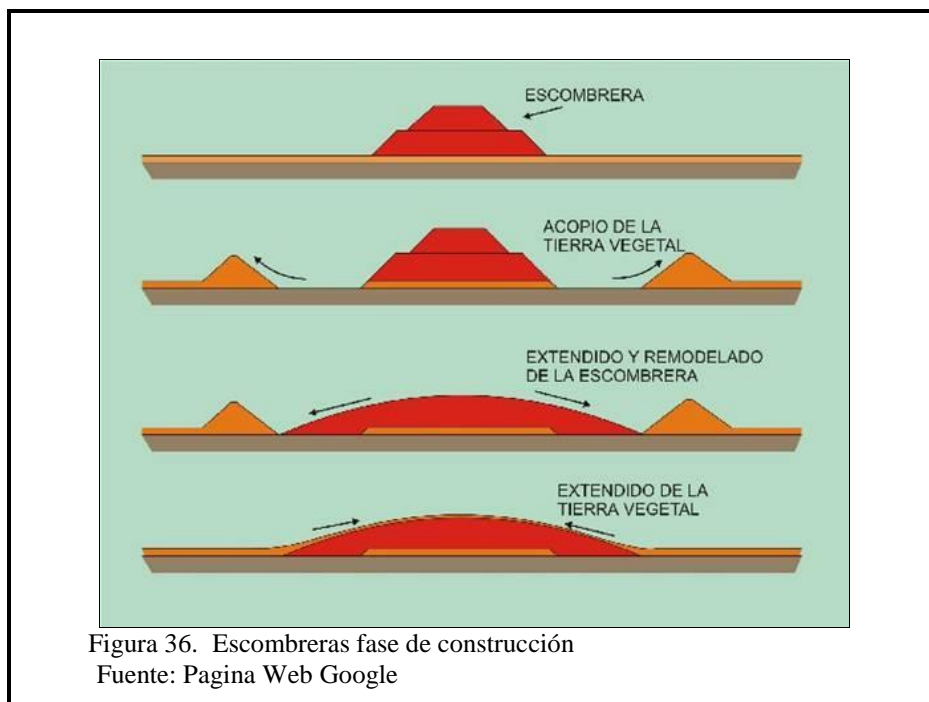


Figura 36. Escombreras fase de construcción
 Fuente: Pagina Web Google

Del análisis de impacto ambiental, en la etapa de operación se han identificado un total de 29 interacciones causa – efecto, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 51. Criterios de puntuación de la fase de operación y mantenimiento

Numero de impactos			
Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Beneficio
7	5	13	4

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

Según esta tabla, el 20.70% de impactos son altamente significativos, el 20.70% son significativos, el 55.17% son despreciables y el 13.80% son benéficos.

Las acciones que mayor impacto negativo producirán en el proyecto son, en orden de importancia: el acciones ligadas a tráfico rodado (VIA: -65.80); el impacto más significativo es al aire debido a las emisiones atmosféricas emitidas por el monóxido de carbono que emiten los vehículos, además en la etapa de construcción cambia la estructura del suelo por un lado lo erosiona y por otro lado reduce la permeabilidad del suelo al cambiar la estructura y reducir la capacidad de transportar el agua.

El tráfico atraído que provocará un mayor deterioro de la capa de rodadura en especial del pavimento flexible el mismo que será controlado a través del diseño de pavimentos calculado en el respectivo capítulo.

Efecto Barrera (VIA: -25.30); este efecto principalmente se evidencia en el suelo residencial vacante y ocupado debido a que la mayoría de los asentamientos poblacionales son ilegales, además, del sistema de saneamiento debido a que al no existir un adecuado control de escrituras de los predios la población del proyecto no cuenta con los servicios de infraestructura necesaria.

Mantenimiento (VIA: -20.90). se expresa en mayores porcentajes al suelo residencial ocupado debido a la generación de impuestos para el mantenimiento de la vía, además el aire y el ruido son efectos antes mencionados y con muchas repercusiones como se ha venido explicando en el documento.

Bajo el mismo esquema de análisis, los factores ambientales del medio abiótico que mayor impacto recibirán en el proyecto son, en orden de importancia: calidad del aire con el creciente incremento del parque automotor de igual manera se incrementa la emisión de gases tóxicos provenientes de los vehículos que circulan por el área del proyecto generando una contaminación ambiental (VIA: -12.20); nivel sonoro que ocasiona grandes problemas a la población circundante no solo en la etapa de construcción sino en la de operación debido a la circulación vehicular (VIA: -11.70).

En el medio antrópico, los factores ambientales que mayor impacto recibirán en el proyecto son, en orden de importancia: calidad de vida debido a que la población no cuenta con los elementos de red de infraestructura básica como: alcantarillado, luz, teléfono, por lo tanto no tienen un nivel de vida acorde con el crecimiento de la urbe, por lo tanto la ejecución del proyecto obligara a la población a buscar proyectos de autogestión que logre acceder a dichos servicios (VIA: -14.00); seguridad y salud (VIA: -12.00); red vial (VIA: -10.40); suelo residencial ocupado (VIA: -7.90); suelo residencial vacante (VIA: -7.90); vista panorámica y de paisaje (VIA: -7.90); cambios en el valor del suelo (VIA: -6.90); sistema de saneamiento (VIA: -4.50); economía local (VIA: -3.40); estructura de la propiedad (VIA: -3.10); sistema de agua de consumo (VIA: -2.50).



4.7.3.5 Afectación al medio abiótico.

a) Aire

Este subcomponente, se encuentra caracterizado por la calidad del aire y nivel sonoro.

Etapas de construcción: El transporte de material, el asfaltado de la vía, la circulación de vehículos y, el movimiento de tierras provocarán sobre la calidad del

aire impactos muy significativos valorados con -6.60 ; -8.30 ; $-7,1$; y -7.70 , respectivamente.

Los mismos que no solo impactan al suelo compactándolo de manera inadecuada y disminuyendo la permeabilidad del mismo del agua además de provocar erosión, también el aire debido a las emisiones de gases por parte de las maquinarias, así como la generación de polvo y la colocación de material pétreo por la emanación de monóxido de carbono por parte de la maquinaria y el material particulado que emana el polvo, o residuos de asfaltos en los cauces naturales generando contaminación del agua superficial

El acopio de materiales y, la preparación de materiales generarán en la calidad ambiental, impactos significativos de -4.70 y, -5.50 , respectivamente.

Las demás acciones consideradas, generarán únicamente impactos despreciables sobre la calidad del aire.

El nivel sonoro, se verá afectado muy significativamente por la circulación de vehículos, con un valor de $-7,2$.

El transporte de materiales provocará sobre el nivel sonoro, impactos significativos valorados con $-5,0$.

Las demás acciones consideradas, generarán únicamente impactos despreciables sobre el nivel sonoro.

Etapas de operación: La calidad del aire se verá afectada muy significativamente por el incremento de tráfico; con un valor de $-10,0$.

Las demás acciones consideradas, generarán únicamente impactos despreciables sobre la calidad del aire.

En el nivel sonoro, el incremento del tráfico rodado provocará impactos muy significativos valorados con $-9,5$.

Las demás acciones consideradas, generarán únicamente impactos despreciables sobre el nivel sonoro.

b) Suelo

El suelo se lo caracteriza con los factores: calidad del suelo; permeabilidad; y, geomorfología.

Etapas de construcción.-Los suelos serán afectados muy significativamente por el movimiento de tierras con $-9,1$; por la construcción de cruces provisionales con $-8,6$, mientras que las actividades inducidas por la construcción del proyecto; la formación de escombreras; y, el depósito de materiales, se verán impactados significativamente con valores de $-6,5$ y $-5,8$, respectivamente. Las demás acciones generarán solamente impactos negativos despreciables.

En la permeabilidad del suelo, las acciones que generarán impactos negativos muy significativos serán el asfaltado de las vías con un valor de $-9,1$; y la construcción de las diferentes estructuras previstas dentro del sistema vial con un valor de $-8,6$; la creación de escombreras con $-7,9$; y el acopio de materiales con $-6,8$.

Sobre la permeabilidad, el movimiento de tierras provocará impactos significativos valorados en $-6,1$. Las demás acciones consideradas provocarán impactos despreciables.

La geomorfología del área del proyecto se verá afectada muy significativamente por la generación de escombreras y, por la creación de estructuras necesarias, con impactos de valor $-8,7$; y, $-9,10$, respectivamente.

Este mismo factor ambiental se verá afectado significativamente por el almacenamiento de materiales con un impacto valorado en $-6,2$. Las demás acciones consideradas provocarán impactos despreciables sobre la geomorfología del lugar.

Etapa de operación: El suelo actual no se verá afectado durante la operación del proyecto vial.

c) Agua

El subcomponente agua, se encuentra caracterizado por: calidad de agua; recursos hídricos.

Etapa de construcción: La calidad del agua de la quebrada que atraviesa por el proyecto, se verá afectados de manera muy significativamente debido al movimiento de tierras; a los vertidos líquidos y sólidos además de los materiales pétreos que causan una contaminación del agua superficial en el caso de que no se realice una adecuada programación en la evacuación de estos desechos por parte del personal que trabaja en la obra; y, a las escombreras que además de generar erosión y cambios en el suelo se pueden contaminar con la adhesión de aceites o líquidos provenientes de las maquinas lo que causa un deterioro en su capacidad portante con un valores de $-8,5$; $-7,6$; y, $-7,2$, respectivamente.

Las demás acciones consideradas provocarán impactos despreciables.

Los recursos hídricos del área de influencia serán afectados muy significativamente por el asfaltado de la vía con un impacto de $-8,3$; por el movimiento de tierras y la conformación de escombreras con $-7,9$; y sólidos con $-7,6$. La preparación de materiales generará un impacto significativo de $-5,9$. Las demás acciones consideradas provocarán impactos despreciables.

Etapa de operación: No se encontraron aspectos significativos

4.7.3.6 Afectación al medio biótico.

a) Vegetación

El subcomponente vegetación, se halla caracterizado por la cobertura vegetal; y, remanentes de bosques.

Etapa de construcción: Las diferentes acciones consideradas únicamente generarán impactos negativos despreciables sobre los factores señalados anteriormente, lo cual es comprensible si se considera que el proyecto se implantará sobre una zona intervenida en su totalidad.

Etapa de operación: En la fase operativa se considera que no existirán afectaciones de ninguna clase a la cobertura vegetal.

Etapa de construcción: La vista panorámica y el paisaje, se verán afectados movimiento de tierras ya que en esta etapa la maquinaria se encuentra circundante por el área de influencia directa de forma permanente, además de las instalaciones provisionales y la acumulación de material generan un malestar visual a la población además de la inadecuada colocación de los residuos sólidos por parte de los trabajadores de la obra, estructuras necesarias, asfaltado de forma muy significativa en valores: 9.00 ,9.00, 9.00 respectivamente, debido a que la ejecución de los trabajos a más de ocasionar molestias a la población también ofrece una mala presentación del lugar al verse inmerso en un ambiente con máquinas, material, apilado, y sobre todo la cantidad de desperdicios generados en la construcción que provocan un ambiente poco agradable a la vista, el asfalto por ser un elemento constructivo es altamente toxico ya que despiden gases tóxicos no solo para el ambiente sino también para las personas que operan el mismo.

Etapa de operación: Las actividades relacionadas con tráfico rodado en un valor muy significativo de 7.90.

b) Infraestructura

La infraestructura del área de influencia del proyecto ha sido caracterizada por: red vial; accesibilidad a la zona del proyecto; suministro de energía eléctrica; sistema de saneamiento, y abastecimiento de agua de consumo.

Etapa de construcción: El movimiento de tierras generará impactos significativos sobre la red vial existente a los diferentes sectores que se hallan a los dos costados

del proyecto con valores de $-5,4$ generando una parcial obstrucción de los limitados accesos a la zona del proyecto ya sea por la maquinaria que opera o por el acopio de materiales.

El movimiento de tierras influirá significativamente sobre el sistema de saneamiento de aquellas áreas en donde se cuenta con este servicio, con un impacto valorado con $-5,5$ en este caso si las instalaciones de agua se encuentran construidas de forma superficial al momento de la operación de la maquinaria las mismas pueden ser cortadas por lo tanto el contratista debe generar adecuado control en la obra al momento de la excavación.

Finalmente, el abastecimiento de agua de consumo a través de la red pública se verá afectado de manera significativa debido al movimiento de tierras, generando un impacto valorado con $-4,7$ las mismas que se han explicado con anterioridad debido a instalaciones superficiales, por lo que el contratista deberá correr con los gastos de reparación de los mismos además de la correcta compactación del suelo.

Las demás acciones consideradas, generarán únicamente impactos despreciables sobre los diferentes factores ambientales.

Etapas de operación: En esta etapa, el incremento del tráfico rodado afectará muy significativamente a la red vial existente con un impacto de $-7,7$.

La accesibilidad hacia los diferentes sectores atravesados por la vía se verá afectada ante el incremento del tráfico rodado, con un impacto significativo de $-5,5$.

c) Uso del territorio

El subcomponente uso del territorio se halla caracterizado por: suelo residencial ocupado; suelo residencial vacante; suelo comercial;

Etapas de construcción: La generación de escombreras influirá muy significativamente sobre el suelo residencial ocupado con impactos de valor $-8,2$ por el evidente paso de las maquinarias que compactaran al suelo de manera inadecuada,

y generando un malestar en la población por la emanación de polvo, mientras que el movimiento de tierras y estructuras menores lo harán de manera significativamente con valores de -5,7; y - 6.10, respectivamente.

La creación de escombreras impactará significativamente sobre el suelo residencial. Las demás acciones consideradas generarán exclusivamente impactos despreciables sobre los factores ambientales analizados.

Etapa de operación: Con impactos valorados con -7,9, es decir muy significativos, se afectará al suelo residencial ocupado y vacante debido al incremento del tráfico rodado y mantenimiento en el mismo valor en ambos casos, se halla de manera en el aspecto económico generando impuestos para el posterior mantenimiento vial.

El efecto barrera generada por la vía, mientras que las labores de mantenimiento de la vía, generarán impactos positivos.

d) Humanos

Este subcomponente ambiental ha sido caracterizado por: calidad de vida; salud y seguridad.

Etapa de construcción: Por su parte, sobre los mismos factores ambientales se presentarán impactos significativos debido al movimiento de tierras; la preparación de materiales requeridos en la construcción de la vía este impacto no solo se genera en el suelo cambiando su composición sino en el vertido de los materiales en las aguas superficiales contaminándola y el transporte de materiales con valores de -5,2. Las demás acciones consideradas generarán exclusivamente impactos negativo despreciables.

Etapa de operación: En la etapa de funcionamiento de la vía, el incremento del tráfico rodado provocará sobre la calidad de vida de la población afectada un impacto muy significativo valorado con -6,5, en tanto que su salud y seguridad se verán afectadas de manera significativa con un impacto valorado con -6,2.

Las demás acciones provocadas por el proyecto únicamente generarán impactos despreciables.

4.7.3.7 Conclusión.

De la identificación y evaluación ambiental realizada, se desprende que todos los impactos negativos muy significativos y significativos son mitigables y/o remediables, por lo que el proyecto se convierte en ambientalmente viable.

Para el efecto, se deberá tomar en cuenta todo lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental.

4.8 Plan de manejo ambiental

4.8.1 Introducción.

Consiste en un procesamiento y representación de la información ambiental recopilada de manera específica en campo antes de la ejecución de las actividades constructivas de la vía.

La información procesada se ha plasmado en planos donde permiten identificar las áreas ambientales sensibles y recomendar las medidas necesarias que deberán ser implementadas para prevenir y mitigar los impactos durante la construcción y operación del proyecto.

Este plan es un instrumento aplicable específicamente en la etapa de construcción ya que se detallan a más del trazado vial todas las dimensiones requeridas para la ejecución del proyecto, además contiene las medidas de preventivas y de mitigación de acuerdo a las características que presentan el área donde se emplazara el proyecto.

4.8.2 Objetivos.

4.8.2.1 Objetivo general.

Realizar un trazado vial que comprenda todas las áreas sensibles que permitan realizar un plan de mitigación y prevención desde el punto de vista ambiental.

4.8.2.2 Objetivos específicos.

- Interpretar la información recopilada en campo para realizar un trazado vial que cumpla con las normas técnicas
- Proponer medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales en la etapa de construcción de la vía

4.9 Plan de prevención, mitigación de impactos

4.9.1 Programa de prevención.

Nombre de la medida:

Fiscalización ambiental de la obra

Tipo de medida:

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados:

Afectación al ambiente y a terceros

Lugar, población afectada por el impacto:

Los lugares de aplicación serán: frentes de trabajo, fuentes de materiales.

Los afectados serían los habitantes ubicados dentro del área de influencia directa

Descripción de la medida:

Para garantizar la calidad de la obra y el buen manejo ambiental de las actividades requeridas para la construcción de la avenida Padre Carollo es necesario que dentro de la fiscalización general del proyecto se considere la participación de un especialista responsable del control ambiental; el mismo que debe tener conocimiento pleno del Plan de Manejo Ambiental e informar al promotor de su validez y aplicabilidad; caso contrario proponer las medidas correctivas correspondientes. Llevará el libro de obra ambiental y presentará a la Administración Zonal Quitumbe (A.Z.Q) informes mensuales de avance y cada tres meses elaborará un informe de cumplimiento del PMA para ser entregado al Ministerio del Ambiente para que en su calidad de Autoridad Ambiental Nacional, realice el seguimiento correspondiente.

Se ha programado el tiempo de ejecución del proyecto en 12 meses y la participación del especialista ambiental, sea a tiempo completo.

Sobre la fiscalización existirá un supervisor designada por el Municipio de Quito. A.Z.Q.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada:

Durante la etapa de rectificación y mejoramiento.

Instituciones u organismos encargados de la ejecución de la medida:

Municipio de Quito- Administración Zonal Quitumbe.

Especificación de la medida:

En la sección 104: Marco de Actuación Ambiental, numeral 104-02 Fiscalización Ambiental, de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001F-2002.

Rubro y costo de la medida:

El especialista ambiental trabajará "in situ" a tiempo completo; los trabajos de rectificación y mejoramiento del proyecto se han programado en treinta meses. La contratación del fiscalizador ambiental la debe realizar el proponente del proyecto.

Tabla 52. Rubros ambientales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit.	P. Total
Fiscalizador Ambiental de la obra	U	1	1300	1300

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.1.1 Manejo del tránsito y del transporte.

Descripción:

Un adecuado manejo del tránsito implica cumplir con todas las normas para el transporte de personas, materiales y equipos, demarcar las zonas de trabajo, definir senderos peatonales, lograr una completa señalización. La atención a estas actividades evitará accidentes.

Medida: señalización de obras

El plan considera la delimitación de la zona intervenida, de transición y final, según las propias condiciones. Igualmente se define las necesidades de señalización indicando tipo y lugar de instalación de cada uno de los elementos requeridos.

Se debe dar cumplimiento al Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Tipo de medida:

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados:

- Evitar accidentes de tránsito durante la etapa de rectificación y mejoramiento del proyecto.
- Evitar riesgos de accidentes a usuarios y peatones.
- Evitar molestias a la población por tránsito vehicular y a su economía.

Lugar, población afectada por el impacto:

Los principales lugares en los cuales el tránsito vehicular debe ser desviado o interrumpido por la ejecución de los trabajos de rectificación y mejoramiento serán:

- En el escalón 1 donde se interrumpiría el tráfico.
- En el escalón 2 donde se interrumpirá el tráfico.
- Obras de arte menor: 2 alcantarillas circulares de hormigón ubicadas en la parte final del proyecto.
- Barrios del proyecto: El Vergel, Tréboles del Sur, Cipreses, La Pampa, Músculos y Rieles, La Florida, Bellavista del Sur, Ciudad Jardín, San Juan de Turubamba.
- Fuentes de materiales: cantera Pifo (Disensa) ubicada aproximadamente a 48 km del centro del proyecto.
- Plantas de trituración, asfalto y hormigones, cuya ubicación será establecida por la Compañía Constructora en función del análisis técnico-económico; sin embargo, se considera que se ubicarán en el centro de gravedad del proyecto.

Descripción de la medida:

En la sección 225 “Mantenimiento del Tránsito” de las Especificaciones Generales del MOP-001-F 2002, (M.O.P, 2002) se establecen todas las operaciones de mantenimiento del tránsito requeridas para garantizar comodidad y seguridad del tránsito público que circule por la vía en rectificación y caminos de acceso a las fuentes de materiales, plantas de trituración y asfalto.

El contratista colocará señalización temporal necesaria durante el tiempo que duren los trabajos de rectificación para asegurar que el tránsito público.

Las señales verticales temporales pueden ser: preventivas, informativas y reglamentarias.

Las señales preventivas, previenen a los trabajadores y usuarios de la vía sobre la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo.

Las señales informativas, se utilizarán para indicar con anterioridad a los usuarios, trabajadores y población en general, sobre la ejecución de trabajos.

Las señales reglamentarias, indican la presencia de ciertas limitaciones y prohibiciones que se presenten, principalmente en cuanto a la velocidad de circulación u otros obstáculos que tenga la vía.

Colocación de cinta de plástica

Este material plástico constituye un elemento de seguridad, en forma de faja delgada de 0,12 m de ancho que incluyen la leyenda de “PELIGRO” que permite delimitar un perímetro en zonas de riesgo y restringir el paso de peatones o vehículos. Se apoyará sobre señalizadores tubulares de 1,20 m de alto como mínimo, espaciados cada 3 a 5 m y deberá permanecer perfectamente tensada y sin dobleces durante la ejecución de las obras.

Este material puede ser colocado en: frentes de obra, sitio de acopio de materiales.

La regulación del tráfico se la realizará a través de los siguientes medios, según el caso:

- Semáforo

Responsable de ejecutarla:

Empresa constructora.

Especificación de la medida:

La especificación de la medida consta en la Sección 710 “Señalización Preventiva”, de Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes-MOP-001F-2002.

Rubro y costo de la medida:

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa; se considerarán en los costos indirectos del contrato.

Tabla 53. Rubros ambientales

Numero	Rubro	Unidad	Cantidad
710-(1)	Cinta de seguridad (a= 0,12 m.).	ML	6434

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

4.9.1.2 Manejo de efluentes líquidos.**Manejo de efluentes líquidos**

Descripción: Los efluentes líquidos generados durante el proceso de rectificación y mejoramiento son de diverso tipo. El manejo adecuado de éstos evitará que descargas de residuos industriales líquidos y de aguas servidas domésticas sin previo tratamiento contaminen los cuerpos de agua receptores.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

- Contaminación de cuerpos de agua receptores de aguas servidas sin previo tratamiento.
- Misiones al ambiente que producen efectos desagradables.

Lugar, población afectada por el impacto:

Los principales lugares afectados por la generación de efluentes domésticos serán:

Frentes de trabajo según cronograma de ejecución de obra, ubicados a lo largo del trazado del proyecto

La población afectada por el impacto: personal de la empresa constructora, población vecina a los frentes de trabajo.

Descripción de la medida:

Las aguas residuales de origen doméstico, provienen de las instalaciones provisionales y contienen sustancias procedentes de la actividad humana (alimentos, deyecciones, productos de limpieza, jabones, etc.).

Se prevé la instalación de instalaciones provisionales, que podrían estar ubicados en áreas estratégicas; estos contarán con agua, luz, teléfono, oficinas, bodegas (productos alimenticios y materiales, en caso de que el contratista así lo contemple). Estas instalaciones generarán efluentes domésticos por lo que deben estar equipados con todos los servicios y obras conexas para dar un tratamiento adecuado y evitar la contaminación de los cuerpos de agua.

En los frentes de obra considerado para el tramo correspondientes entre las abscisas 3+600 - 5+411.12, se estima necesario la colocación de baterías sanitarias móviles conectadas a un tanque biodegradable disponible en el mercado o Biotanque, el mismo que es de fácil colocación y de eficientes resultados. Para ello se requiere realizar las obras siguientes:

- Excavar una fosa de 1,60 x 2,40 x 1,40 m, en la cual se colocará el biotanque, mismo que se conectará mediante tubería de la fosa séptica
- Colocar la tubería para la descarga de los efluentes líquidos hacia la caja (plástica) de distribución que se instalará a 0,90 m de profundidad e inmediatamente después del biotanque.
- Excavar una fosa de 9,0 m x 1,20 m x 1,0 m para el campo de infiltración, en el cual se colocará las mangueras que salen de la caja de distribución.
- En su base se conformará una capa de 0,15 m. de grava, sobre la cual se asentarán las mangueras; luego se adicionará una capa de 0,20 m de grava o hasta cubrir las completamente. A continuación se cubrirá completamente con tierra y se procederá a revegetar la superficie.

Al finalizar las operaciones, el contratista rellenará las fosas con tierra y cal y procederá a revegetar.

Límites permisibles de descargas de efluentes

Previa su descarga a cuerpos de agua receptores, las aguas servidas y de desecho deberán cumplir con las normas de calidad de la legislación ecuatoriana (TULAS, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua).

Durante el funcionamiento del sistema se realizará el monitoreo de la calidad de las descargas a los cuerpos receptores y verificar que el sistema funcione de acuerdo con las condiciones de diseño (Plan de monitoreo ambiental).

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada:

Durante la etapa de rectificación y mantenimiento.

Instituciones u organismos encargados de la ejecución de la medida:

Empresa constructora, empresa fiscalizadora.

Especificación de la medida

Especificaciones técnicas para: fosa séptica, trampa de grasas, batería sanitaria móvil y biotanque.

Rubro y costo de la medida

Tabla 54. Rubros ambientales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit.	P. Total
Biotanque séptico	U	1	300	180,00

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.1.3 Movilización del personal, maquinaria y equipos.

Tipo de medida:

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

Evitar accidentes en el transporte del personal, equipos y maquinaria durante la rectificación y mejoramiento del proyecto.

Lugar, población afectada por el impacto:

Los principales lugares desde y hacia los cuales se movilizará el personal, maquinaria y equipos serán: frentes de trabajo, fuentes de materiales.

La población afectada por el impacto será: obreros, operadores de maquinaria, equipo y personal técnico.

Descripción de la medida

Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma.

Movilización de equipo

El contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de su personal, equipos y maquinarias, a fin de que éstos lleguen a los sitios de destino con las garantías de seguridad que el caso amerita.

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada:

Durante la etapa de rectificación y mejoramiento.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora,

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los costos indirectos del contrato.

4.9.1.4 Manejo y transporte de materiales peligrosos.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

Evitar accidentes en el transporte de materiales peligrosos o contaminantes

Lugar, población afectada por el impacto

Los principales lugares desde y hacia los cuales se movilizará materiales peligrosos serán: frentes de trabajo, fuentes de materiales.

La población afectada por el impacto será: obreros, choferes, operadores de maquinaria, equipo y personal técnico.

Descripción de la medida

Detalle de normas y procedimientos de seguridad que deben ser considerados por el Constructor, a fin de que se extremen las precauciones cuando se use y transporte materiales y elementos contaminantes, tóxicos o peligrosos, tales como los combustibles, desechos o basura. El descuido en el uso y transporte de los mismos afectará directamente al ambiente y a la salud e integridad física de quienes laboran en la obra.

Disposiciones generales

Estas disposiciones generales se fundamentan en el Decreto Supremo No. 3757, publicado en el Registro Oficial No. 311 del 7 de noviembre de 1980 y en el Reglamento No. 169, publicado en el Registro Oficial No. 32 del 27 de marzo de 1997.

Durante el transporte el contratista tomará las siguientes precauciones

- Garantizar las condiciones de seguridad, necesarias y razonables, para el transporte de combustibles, bitúmenes, desechos, basura, etc.
- Disponer de un vehículo fuerte y resistente, en perfectas condiciones, provisto de piso de material que no provoque chispas, con los lados y la parte de atrás de altura suficiente para impedir la caída eventual de material o bien de carrocería cerrada.
- Verificar que los vehículos no sobrepasen la altura de los lados del camión.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora.

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los costos indirectos del contrato.

Tabla 55. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
	Manejo de Transportes	Global	1

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.1.5 Manejo de taludes.

Descripción

Conformar adecuadamente el 100 % de los taludes generados o que hayan sido afectados por las actividades del proyecto.

Proteger los taludes generados o que hayan sido afectados por las actividades del proyecto, donde sea posible la aplicación con técnicas de recuperación.

Medida: manejo de taludes

Implementar las obras, medidas y actividades para la conformación y estabilización de taludes que se generen durante las actividades constructivas, en las zonas de obras, los derechos de vía, sitios de acopio de materiales.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

Control de derrumbes

- En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con los planos.
- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final evitando la descompresión prematura o excesiva de su pie, contrarrestando aquellos factores que comprometan la estabilidad de la excavación final.
- Las obras de protección y control de erosión, tales como empradizados deberán ejecutarse inmediatamente después de la excavación de los taludes.
- La vegetación reduce el impacto de la lluvia sobre el suelo y la roca, elimina excesos de humedad y ayuda a confinar el suelo, impidiendo que se erosione, por lo que una vez obtenida la morfología final, los taludes se empradizarán lo más pronto posible.

Lugar, población afectada por el impacto

- Barrios del proyecto: Tréboles del Sur, Cipreses, La Pampa, La Florida, Bellavista del Sur.

Descripción de la medida

- Desmonte y descapote manejada de manera adecuada
- Estabilización de taludes de corte y relleno de acuerdo con los planos
- Obras de control de escorrentía
- Compactación de los materiales y empradización de los taludes
- Obras de drenaje en las vías

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora.

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa; se considerarán en los costos indirectos del contrato.

4.9.2 Programa de mitigación.

4.9.2.1 Escombreras.

Medida escombreras

(Disposición final y tratamiento paisajístico de zonas de depósito)

Tipo de medida

Medida de mitigación

Nombre de los impactos mitigados

- Afectación al paisaje.
- En razón de que la mayoría de los predios ubicados en el área de influencia no se encuentran legalizados por lo tanto se puede hacer uso de los mismos.

Lugar, población afectada por el impacto

Los lugares donde se generaran los excedentes de suelo a ser transportados a las escombreras, se encuentran ubicados a lo largo de todo el proyecto, puesto que para la rectificación y mejoramiento de la vía existente es necesario realizar excavación

en suelo, excavación en marginal, excavación en fango, limpieza de derrumbes, y excavación para obras de arte menor.

La población afectada por el impacto serían los propietarios de terrenos seleccionados como sitios de escombreras, pero como se explicó con anterioridad se puede hacer uso de la mayoría de los predios al no encontrarse debidamente legalizados.

Descripción de la medida

El trazado horizontal y vertical procura conseguir que el proyecto sea "compensado"; es decir, que el volumen de corte en lo posible sea utilizado en rellenos para la conformación de la obra básica de la vía; pero debido a la topografía del terreno y la calidad del material, el volumen de corte es mayor que el volumen de relleno, generándose un excedente de material de excavación de 487788.90 m³, que deben ser depositados en sitios especialmente escogidos para escombreras.

La medida comprende la ubicación, tratamiento y mantenimiento de las zonas denominadas escombreras, las cuales recibirán los restos o residuos de excavaciones, materiales pétreos no aptos para el proyecto, suelos contaminados y otros con características similares a los señalados

Por ningún motivo los materiales indicados serán arrojados a los cauces naturales ni a media ladera; estos serán depositados en sitios previamente identificados y los trabajos se realizarán teniendo en cuenta condiciones adecuadas de estabilidad, drenaje e integración con el entorno.

Criterios para ubicar escombreras

En razón de que el depósito de material excedente modifica la topografía y puede causar variaciones en las condiciones intrínsecas del sitio por sobrecarga, como cambios de esfuerzos, infiltraciones, modificaciones en el régimen de las aguas subterráneas y superficiales, modificación del uso del suelo, así como cambios en la estructura y condiciones de la capa superficial del suelo, cuando se colocan rellenos

sin compactación o compactados inadecuadamente sobre las laderas, provocan la sobrecarga de éstas, la saturación y colapso de los suelos sueltos, facilitando los escurrimientos de suelo, flujo de los suelos sueltos saturados y formación de cárcavas por erosión.

Por otra parte, los materiales de relleno son más porosos y menos permeables que los suelos naturales y se pueden generar acumulaciones de agua en los poros. El contacto entre el relleno y el suelo natural constituye una línea de falla en la que se concentran los flujos de agua y se producen agrietamientos por diferencia del comportamiento físico de los dos materiales.

En este sentido en los sitios escogidos como escombreras, se tomó en cuenta varios aspectos a fin de garantizar la estabilidad y no propiciar impactos negativos en su conformación. Así se tiene:

Ubicar sitios donde no se hayan producido movimientos morfodinámicos; procurando la cercanía con las obras que producen los escombros y sean accesibles, de manera que su traslado sea lo menos costoso posible.

Determinar la capacidad de almacenamiento, la cual es función del área, altura del relleno y capacidad.

Se analizó las obras de arte menor en los sitios de escombreras, para encausar las salidas o colocar subdrenes.

Evitar el depósito de materiales en las siguientes áreas:

Derecho de vía; se considerará una excepción, siempre que a la finalización de los trabajos el sitio quede estéticamente acondicionado y con taludes estables.

Sitios donde existan procesos evidentes de arrastre por aguas lluvias y erosión eólica.

Zonas inestables o de gran importancia ambiental (humedales, alta producción agrícola, etc.).

Se han preferido aquellos lugares como depresiones naturales o artificiales, las cuales serán rellenadas ordenadamente en capas y sin sobrepasar los niveles de la topografía circundante, respetando siempre el drenaje natural de la zona, los suelos no tienen un valor agrícola, no se altere la fisonomía original del terreno y no se interrumpan los cursos naturales de aguas superficiales.

Tratamiento

Para el uso de las escombreras, se debe:

- Retirar la capa orgánica del suelo, mismo que se lo almacenará temporalmente y posteriormente se volverá a colocar como última capa de la escombrera; facilitando de esta manera el crecimiento de la vegetación natural, que en el presente caso son pastos cetárea, elefante o gramalote.
- Tender y nivelar con motoniveladora. A fin de lograr una adecuada compactación deberá realizarse por lo menos 2 pasadas de rodillo liso y en las capas anteriores a la superficie definitiva por lo menos 4 pasadas.

Las pendientes de los taludes de las escombreras tendrán la inclinación adecuada de acuerdo al tipo de suelo a fin de evitar deslizamientos.

El material será desalojado en la escombrera el troje ubicada a 6 km del proyecto de estudio

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora.

Especificación de la medida

Especificación 310 Disposición final y tratamiento paisajístico de zonas de depósito (Escombreras), que consta en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F- 2002.

Rubro y costo de la medida:

El pago de la cantidad establecida en m³ se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo al rubro abajo designado.

Tabla 56. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
	Escombreras	Global	1

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.2.2 Control de emisiones atmosféricas.

Descripción de la medida

La contaminación atmosférica generada durante la etapa de rectificación y mejoramiento del proyecto, procederá de tres

Medida control de emisiones atmosféricas

Fuentes principales: emisiones difusas de material particulado, gases de combustión y ruido generado por fuentes móviles (maquinaria, equipo y vehículos).

Tipo de medida

Medida de mitigación

Nombre de los impactos mitigados

El adecuado control de las fuentes generadoras de emisiones a la atmósfera minimiza los efectos adversos al medio ambiente y disminuye los efectos negativos que éstos pueden ocasionar sobre la salud humana.

Así mismo, el control de los niveles de ruido por debajo de los límites permisibles, permite reducir los problemas de salud ocupacional que estas actividades pueden generar, así como atenuar las incomodidades producidas a la comunidad.

Lugar, población afectada por el impacto

Los principales lugares afectados por las emisiones a la atmósfera serán:

- Área de influencia directa del proyecto (faja de 50 m. a cada lado del eje de la vía).
- La población afectada por el impacto será: personal de la empresa constructora, población vecina a los frentes de trabajo.

Descripción de la medida

Como se mencionó anteriormente la contaminación atmosférica es causada por:

- Generación de material particulado.
- Emisión de gases de combustión; y,
- Generación de ruido.

Las acciones de prevención a ejecutar se describen a continuación:

a) Control y prevención de la generación de material particulado

El personal técnico, operadores de equipo, maquinaria y obreros de la empresa constructora y, los habitantes cercanos a los frentes de trabajo deberán ser protegidos contra los riesgos producidos por altas concentraciones de polvo al aire que se producirán durante la rectificación y mejoramiento de la vía.

Suministrar equipos de protección personal (mascarillas, protectores nasales y bucales, gafas), los que serán utilizados por los operadores de maquinaria y equipo y, así como en las actividades de carga, descarga y almacenamiento de materiales, a efectos de que el material fino no tenga contacto directo con los órganos de la vista y olfato de los trabajadores.

A fin de evitar la generación de polvo en los frentes de trabajo y otras instalaciones, el constructor regará agua con una rata entre 0,9 y 3,5 l/m² (conforme lo estipula la especificación "205-(1) Agua para control de polvo") sobre las superficies expuestas al tránsito vehicular, especialmente en épocas secas y en áreas próximas a sectores habitados, mediante la utilización de carros cisternas equipados con una flauta aspersora, que garanticen la aplicación uniforme del agua en toda la superficie y en las cantidades requeridas. Para el presente proyecto la cantidad de agua se calcula con una rata promedio de 10 l/m², una longitud de 6 km. y un ancho de 10,00 m y 3 veces el riego total de la vía, lo cual da como resultado 1 800 m³.

Cubrir los materiales almacenados internamente en las bodegas.

Control de polvo en el transporte: se procederá al riego de las pilas de materiales de carga, acarreo y al cubrimiento con lonas en la parte superior del balde de las volquetas.





Figura 40. Volquetas con cobertores
Fuente: Google- Imágenes contenedores

Controlar que los vehículos, volquetas y maquinaria que transitan sobre terrenos descubiertos, no lo hagan a más de 25 km/h. En vías pavimentadas, elaborar un programa de barrido regular, ya que el levantamiento de material particulado debido al tránsito es una importante fuente de contaminación.

Cuando se requiera el uso de compresores neumáticos para la limpieza de la superficie de la vía a imprimir, retirar el material particulado de mayor tamaño para garantizar el barrido previo de esta superficie. Además, asegurar que la presión de los compresores sea controlada de tal forma que se minimice la generación de material particulado.

b) Control y prevención de emisiones de gases de combustión

Las acciones a implementarse para controlar la emisión excesiva de gases de combustión a la atmósfera, debido a las actividades del proyecto son:

Dotar a los operadores de maquinaria y equipo pesado de elementos de protección personal, tales como: protectores nasales y bucales que serán de uso obligatorio.

Exigir que las volquetas, bañeras, remolques que transportan materiales en la obra y vehículos de servicio cuenten con el respectivo certificado de revisión técnico-mecánica vigente.

Controlar las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y los equipos que están exentos de la revisión técnica - mecánica de gases, tales como la maquinaria rodante de construcción: retroexcavadoras, tractores, cargadoras, gallinetas, rodillos, motoniveladoras, montacargas, plantas eléctricas, fresadoras, recicladoras, entre otras y equipos como: compresores, taladros, hormigoneras, motosierras, etc. Así mismo, se adopte las acciones correcciones del caso, cuando así se requiera.

Emplear en la construcción de la vía vehículos de modelos recientes, preferiblemente vehículos que no tengan más de cuatro años de antigüedad.

El fiscalizador de la obra impedirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera.

c) Reducción de la generación de ruido

Al incrementarse el tráfico vehicular pesado para el traslado y suministro de equipos, materiales de construcción y de personal se incrementa también el ruido en la zona. Este impacto puede mitigarse mediante disposiciones administrativas por parte del constructor hacia el personal de operarios de la empresa y de servicios, las mismas que deben contemplar lo siguiente:

Evitar realizar ingresos innecesarios por los centros poblacionales, para no afectar a sus habitantes.

Reducción de la velocidad de circulación vehicular en las zonas pobladas, a un límite de 20 a 25 km/h.

Propender a un adecuado funcionamiento de los silenciadores en los vehículos.

Mantenimiento de los vehículos: que implica considerar la perfecta combustión de

los motores, el ajuste de componentes mecánicos, el balanceo y la calibración de las llantas; es importante señalar que un aspecto que contribuye al ruido y al sobre consumo de combustible se relaciona con el inadecuado balance de llantas y deficiente calibración de la presión.

Reducir el ruido en su fuente, mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.

Control y disminución del uso innecesario de sirenas y bocinas.

Suministro y uso de equipos de protección personal: protectores auriculares de goma u orejeras, deben ser utilizados por el personal de operadores de equipo pesado.

Vigilar que los vehículos y maquinaria pesada emitan ruidos dentro de los niveles de presión sonora (NPS) máximos permitidos que constan en el reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos (R.O No. 560 de 12 de noviembre de 1990) el mismo que indica que no deberá sobrepasar los 75 dBA. Quienes estén expuestos de manera continua a este NPS obligatoriamente utilizarán dispositivos de atenuación.

Cuando se requiera utilizar equipos muy sonoros, a más de 75 decibeles, se trabajará solo en jornada diurna y por períodos cortos de tiempo.

Programar ciclos de trabajo de máximo 2 horas de ruido continuo en obras que se realicen cerca de núcleos institucionales (escuelas, colegios, etc.). Cuando el ruido continuo supere el nivel de ruido del ambiente se debe programar 2 horas de descanso después de las 2 horas de operación o utilizar equipos insonorizados.

En el programa de Seguimiento y Monitoreo se presupuestarán las mediciones de los niveles de ruido en los sitios que sean requeridos.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS), establece los límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, los mismos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 57. Niveles máximos de ruido permisibles, según uso del suelo

Tipo de zona según uso del suelo	Niveles de Presión Sonora Equivalente NPS eq dB(A)	
	De 06h00 a 20h00	De 20h00 a 06h00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona residencial	50	40
Zona residencial mixta	55	45
Zona comercial	60	50
Zona comercial mixta	65	55
Zona industrial	70	65

Fuente: Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, consultora fiscalizadora.

Especificación de la medida

- Especificación 205-(1) “Agua para control de polvo”.
- Especificación 213-(1) "Seguridad industrial y salud ocupacional".

Rubro y costo de la medida

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Se verificará el registro de utilización del tanquero para realizar esta actividad y en campo se verificará visualmente las emisiones de partículas.

Tabla 58. Rubros ambientales

Nº Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
205-(1)	Agua para control de polvo	m ³	375.340

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.3 Manejo de residuos sólidos.

4.9.3.1 Descripción.

Los residuos sólidos durante el proceso de rectificación y mejoramiento son de diverso tipo. Una adecuada clasificación de los mismos permitirá reciclar o reutilizar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen los costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental.

4.9.3.2 Objetivos.

- Eliminar, prevenir y minimizar los impactos ambientales vinculados a la generación y disposición de desechos.
- Reducir los costos asociados con el manejo de desechos y la protección del medio ambiente, mediante la instrucción al personal para minimizar la generación de desechos y manejarlos eficientemente de acuerdo a las alternativas escogidas.
- Identificar, clasificar y disponer los desechos de manera adecuada mediante la utilización de métodos alternativos aplicables a la operación y compatibles con el ambiente.
- Elaborar registros que permitan realizar un seguimiento respecto a los volúmenes y destino de los desechos producidos en la ejecución del proyecto.

4.9.3.3 Medida manejo de residuos industriales.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

- Generación de focos infecto-contagiosos que puedan provocar la ocurrencia de enfermedades.
- Aporte de sólidos a las corrientes superficiales y redes de alcantarillado.
- Alteración de los paisajes y sus entornos, ocasionando impactos visuales, negativos.
- Ubicación de residuos sólidos y desechos domésticos en lugares que no tienen el diseño y la capacidad para el manejo apropiado.

Lugar, población afectada por el impacto

Los principales lugares afectados por la generación de residuos sólidos serán:

Fuentes de materiales: Mina de Pifo, La cantera está ubicada en la provincia de Pichincha, en la jurisdicción del cantón Pifo, al Sur – Este de la ciudad de Quito, en las coordenadas: Longitud = 798900 y Latitud = 9973500 - UTM PSAD 56, próxima a la comunidad de Pifo y a una cota de alrededor de 2830 msnm.

Frentes de trabajo, ubicados a lo largo del trazado del proyecto de acuerdo al cronograma de ejecución de obra.

La población afectada por el impacto: personal de la empresa constructora, población vecina a los frentes de trabajo.

Descripción de la medida

Los residuos sólidos que se generan por las actividades de rectificación del proyecto, están conformados por *desechos industriales*: madera, papel, cartón, metales, plásticos, vidrio, caucho y textiles; *desechos domésticos* que generalmente son orgánicos (biodegradables), tales como: residuos verdes, alimentos, papel y residuos peligrosos: aceites, pilas, baterías, disolventes.

La inadecuada recolección, clasificación, transporte y disposición final de estos residuos, puede originar problemas ambientales relacionados con el paisaje; contaminación de cuerpos de agua por el arrastre ocasionado por el viento y la escorrentía; y la salud de las personas por ser la basura un foco de contaminación bacteriana y de vectores de enfermedades.

La magnitud del impacto depende de la cantidad de residuos producidos, sus características, el manejo de los residuos sólidos, es decir, transporte, tratamiento, reciclado, reutilización y eliminación de los materiales de desecho. En el presente caso se excluye el material sobrante del movimiento de tierras, puesto que serán tratados en un programa específico; sin embargo, los residuos sólidos tienen un moderado impacto sobre el ambiente.

Las acciones a desarrollarse para el manejo de los desechos sólidos son las siguientes:

- Realizar una recolección de amplia cobertura que reciba la totalidad de los residuos generados, para lo cual se colocará un gran número de recipientes distribuidos estratégicamente en los frentes de trabajo.



- Realizar una recolección selectiva que facilite la separación por tipo de residuo, de acuerdo al detalle que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 59. Clasificación de los residuos sólidos generados en la obra vial

Residuos sólidos ordinarios	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos orgánicos. • Tela, papel, plástico cartón sucio. • Elementos fabricados con poliestireno porón (comúnmente conocido como icopor). • Residuos de barrido.
Residuos reciclables	<ul style="list-style-type: none"> • Papel y cartón limpio y seco, no revestido en plástico. • Plástico. • Metales. • Vidrio.
Residuos reutilizables	<ul style="list-style-type: none"> • Madera. • Retazos de alcantarillas metálicas. • Canecas. • Llantas usadas. • Restos de carpeta asfáltica. • Restos de concreto. • Agregados.
Residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales absorbentes o limpiadores usados para remover aceites, grasas, alquitrán, betún. • Envases de productos químicos. • Filtros de aceite. • Pinturas • Jeringas, medicamentos.
Residuos vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Madera y follaje.

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

- Educar al personal técnico, administrativo, operarios de equipo pesado, choferes y obreros respecto a la recolección, transporte, tratamiento, reciclado, reutilización y eliminación de los materiales de desecho. Será necesario recalcar a las personas el color de los recipientes, la lectura de los letreros y a qué tipo de residuos son destinados.
- Realizar la recolección diaria de los recipientes y el traslado hacia los sitios de disposición final, reciclaje o reutilización.
- Los recipientes de recolección estarán ubicados en los sitios de mayor generación de residuos y tendrán colores diferentes dependiendo de la clase de residuo.

El procedimiento de conformación será depositar los desechos biodegradables en capas de 0,20 m de espesor, sobre la cual se colocará una capa de tierra y luego se compactará. Este proceso basura-tierra será sucesivo hasta llegar a 0,10 m del nivel natural del suelo. Una vez colmada la capacidad de la fosa séptica, se procederá a sembrar vegetación nativa del sitio.

- Los residuos sólidos categorizados como reciclables (papel y cartón limpio y seco, no revestido en plástico, plástico, metales y vidrio), se llevarán a una zona de almacenamiento (caseta de acopio) para ser entregados finalmente a gestores ambientales.
- Los residuos reutilizables (madera, sobrantes de alcantarillas metálicas, llantas usadas, restos de carpeta asfáltica, restos de concreto, serán acopiados para su reutilización por la empresa constructora o también puede ser por la comunidad.
- Los residuos peligrosos (lubricantes, aceites, combustibles, sustancias químicas o sus respectivos empaques), deberá ser almacenados en recipientes herméticos, debidamente marcados y rotulados como peligrosos y se deben colocar en lugares libres de humedad y de calor excesivo, para posteriormente ser entregados a empresas autorizadas por el Ministerio del Ambiente.

Otras recomendaciones de tipo logístico para el manejo de residuos

- Identificar a las personas o entidades interesadas en recibir materiales reciclables o reutilizables, resultantes de las actividades del proyecto.
- Una vez concluida la obra, se recogerán todos los materiales sobrantes y la señalización provisional utilizada durante su ejecución.
- No se permitirá la quema de ningún tipo de residuo.
- Las etiquetas de los recipientes, contendrán información clara y entendible para todos, serán resistentes al agua e impresas en gran formato
- Todo el personal que labora en la obra debe estar informado sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en las canecas o contenedores, según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas.

Beneficios de la medida

Los beneficios esperados a través de un adecuado manejo de los residuos de la obra son los siguientes:

- Reducir la generación de malos olores.

- Prevenir el aporte de sólidos en las redes de alcantarillado y corrientes superficiales.
- Reducir el impacto visual de la obra y minimizar el área de afectación por presencia de residuos o escombros.
- Minimizar las necesidades de transporte de residuos.
- Reducir los costos financieros.
- Optimizar la administración de materiales.
- Reducir riesgos inherentes al almacenamiento de residuos.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de rectificación y mejoramiento del proyecto.

Instituciones u organismos encargados de la ejecución de la medida

Empresa constructora, empresa fiscalizadora.

Tabla 60. Rubros ambientales

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit.	P. Total
Basureros	U	6,00	30,00	180,00

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.9.4 Seguimiento y monitoreo ambiental

Este programa define directrices para asegurar por una parte que, todas las actividades y acciones contempladas en el programa de Prevención y Mitigación Ambiental, sean cumplidas a cabalidad y de manera oportuna por parte de la constructora contratada para la ejecución del proyecto; y por otra parte, también incluye una serie de actividades para monitorear algunos parámetros del ambiente que directa o indirectamente van a ser alterados como resultado de las intervenciones de la reconstrucción.

Tipo de medida

Medida de prevención y control

Descripción de la medida

Durante la fase de reconstrucción el seguimiento de la implementación del plan de manejo ambiental, es responsabilidad del fiscalizador ambiental de la obra, quien con lo estipulado en el plan de manejo ambiental, las especificaciones generales y particulares y cronograma de ejecución de obra, verificará y aprobará la ejecución de los rubros ambientales.

El fiscalizador ambiental coordinará con el supervisor del Municipio de Quito, todas las acciones que sean necesarias para el cumplimiento del PMA.

En la fase de operación de la vía, considerando que la obligación del constructor es realizar el mantenimiento rutinario durante dos años; las responsabilidades deberán ser compartidas entre el Municipio de Quito y la Constructora.

El monitoreo ambiental durante la fase de reconstrucción es muy importante, puesto que en ésta es donde se producirán la mayoría de los impactos negativos hacia los componentes ambientales.

Por lo tanto se realizará el monitoreo de la calidad del aire, niveles de ruido, calidad del agua, áreas restauradas y del componente socio económico.

4.9.4.1 Etapa de reconstrucción.

a) Monitoreo de la calidad del aire ambiente

Se efectuará un seguimiento a la calibración y mantenimiento de la maquinaria y vehículos utilizados en los sitios de obras de manera que se cumpla con lo indicado en la medida respectiva. Según la norma especificada en el Texto Unificado de La legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, De la calidad ambiental, anexo 4.

Normas de calidad del aire ambiente

Es importante realizar el monitoreo del aire ambiente en los sitios poblados como El

Vergel, Tréboles del Sur, La Florida, Músculos y Rieles, Ciudad Jardín, San Juan de Turubamba, en donde se realizarán las mediciones antes de iniciar las obras de reconstrucción, a fin de comparar los niveles incrementales que podrían afectar a la población durante la etapa de ejecución de obra y tomar las acciones necesarias para mitigar este impacto.

Los contaminantes a medir serán: monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y material particulado PM10 (ver tabla 61) conforme lo establece el TULAS. Las concentraciones y períodos de tiempo de las mediciones se realizarán previo al inicio de la obra (en la etapa "sin proyecto") y luego en la etapa de ejecución para que sean equiparables.

Tabla 61. Parámetros calidad del aire

Contaminante y período de tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Monóxido de Carbono (Concentración promedio 8 horas).	15 000	30 000	40 000
Oxidantes Fotoquímicos expresados como Ozono (Concentración promedio 1 hora).	300	600	800
Óxidos de Nitrógeno, como N02 (Concentración promedio 1 hora).	1 200	2 300	3 000
Dióxido de Azufre (Concentración promedio 24 horas).	800	1 600	2 100
Material Particulado PM10 (Concentración 24 horas).	250	400	500

Fuente: Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente

De acuerdo a los resultados de los monitoreos se extenderán las respectivas observaciones y correctivos.

b) Monitoreo de ruido

Con el propósito de medir la presión sonora de los diferentes sitios de trabajo, se monitoreará las áreas identificadas como sensibles, así como el área exterior y donde se concentren las mayores actividades; es decir, talleres. Este monitoreo será mínimo de 15 minutos; en el sitio de emisión, en el sitio de mayor permanencia del personal y en el exterior, en donde esté ubicada la población o viviendas habitadas.

Valoración del ruido en el puesto de trabajo

Los aparatos de la serie CR-800B miden todos los parámetros prescritos para el control del ruido UVV o en la nueva directriz de la UE. Si se superan los valores

límite o es necesario tomar medidas para la salud auditiva, las mediciones de banda de octava determinan las frecuencias y orientan sobre las medidas a tomar para reducir el ruido.

En el caso de la salud ocupacional, el ruido será medido igualmente en la fuente y en aquellos equipos en los cuales se presenta mayor exposición del personal (maquinaria y equipo pesado, volquetas, y equipos de mayor riesgo auditivo) con NPS mayores a 85 dB(A); de igual manera se verificará el uso de equipos de protección y estado de los mismos.

Medición del ruido medio ambiental

Las necesidades de medición típicas del sector del medio ambiente requieren unas particularidades que cumplen todos los aparatos de la serie CR-800 B: además, del nivel medio Leq se miden el nivel mínimo y máximo y cinco valores estadísticos (L_n). Con ello se cumple con las directrices imprescindibles para el control de normativas existentes y futuras del sector del medio ambiente, como, por ejemplo, el ruido TA.

- Leq : nivel sonoro equivalente, L_{max} : nivel sonoro máximo, L_{min} : nivel sonoro mínimo
- LC_{Peak} : valor pico Peak
- LE : nivel de carga sonora

Metodología

Los puntos de monitoreo seleccionado de monitoreo próximos al derecho de vía, tomando mediciones en los sitios donde se tiene accesibilidad vial. Cada sitio debe ser identificado mediante un GPS, y se proceder a medir continuamente el ruido fluctuante, en un tiempo de 10 minutos. Las mediciones se tomaran, en horas de la mañana y tarde.

Los sitios seleccionados para realizar el monitoreo son: El Vergel, Músculos y Rieles, La Florida, y San Juan de Turubamba los mismos que se encuentran

referenciados en el anexo 7 Mapa trazado vial, en donde se efectuarán las mediciones para levantar la línea base (antes de iniciar las obras), a fin de comparar los niveles incrementales que podrían afectar a la población durante la etapa de ejecución de obra y tomar las acciones necesarias para mitigar este impacto.

Para este monitoreo se tomará en cuenta lo establecido en el Texto Unificado de La legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, De la calidad ambiental, anexo 5, Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente y vibraciones para fuentes fijas y móviles.

Los parámetros de referencia para efectuar el control y monitoreo de ruido, son los indicados en la siguiente tabla.

Tabla 62. Límites permisibles y tiempo de exposición

Nivel de presión sonora DB (A)	Tiempo máximo de exposición - horas continuas -
75	22
80	16
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0.5
110	0.25
115	0.125

Fuente Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos. Ro N° 560, 12-11-90

c) Monitoreo de la calidad del agua

Los análisis físico-químico y bacteriológico de las muestras de agua, los realizará un laboratorio calificado por la Organización de Acreditación Ecuatoriana, cuyos resultados serán comparados con los límites de descarga a los cuerpos de agua dulce, establecidos por la legislación ambiental; y, en caso de que éstos superen a la norma el Constructor y Fiscalizador identificarán los contaminantes y tomarán las acciones correctivas.

Para ello se aplicará la norma indicada en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, De la Calidad Ambiental, anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

d) Monitoreo socio económico

Como se ha venido hablando con anterioridad en el tema de expropiaciones en el proyecto “Diseño vial definitivo Padre Carollo” no se contempla en tema de expropiaciones ya que el trazado vial se encuentra dentro de la faja de afectación establecida por el Municipio de Quito Administración Zonal Quitumbe, además que el proyecto genera un importante crecimiento económico al sector.

4.9.4.2 Etapa de operación y mantenimiento.

a) Mantenimiento del derecho de vía y línea de fábrica

La autoridad competente, es decir: El Municipio de Quito, deberá vigilar el respeto del derecho de vía y el cumplimiento del retiro de las construcciones con línea de fábrica. Su contravención deberá ser sancionada.

b) Seguimiento y monitoreo del estado de la infraestructura

Comprende el seguimiento y monitoreo del estado de la superficie de rodadura, sistema de drenaje y subdrenaje, obras de arte mayor, taludes, señalización vial.

Este procedimiento se aplicará según los siguientes indicadores de cumplimiento:

Indicadores de mantenimiento vial: Comprenden la conservación del estado general de la vía con el fin de que ella brinde un estado óptimo de servicio al usuario, dado por condiciones técnicas, operativas, ambientales y de comodidad.

Tabla 63. Indicadores de mantenimiento de la vía

Variable	Indicador	Forma de medición	Acción
Vía y derecho de vía			
Calzada	IRI =< 5	Rugosímetro	Mantenimiento periódico
Drenaje	Cunetas y alcantarillas limpias	Inspección visual permanente	Mantenimiento rutinario
Obras arte mayor	Infraestructura y superestructura buen estado	Inspección visual permanente	Mantenimiento rutinario
Taludes	Estabilidad de taludes	Inspección visual permanente	Mantenimiento rutinario
Señalización	Pintura en buen estado	Inspección visual permanente	Reponer señales dañadas y pintura en mal estado
Ambiental	Calzada siempre limpia, libre de obstáculos y contaminación	Inspección visual permanente	Limpieza de basura y retiro de contaminantes tan pronto como se conozca de ellos.

Fuente: EPMOP

Indicadores para las áreas junto al proyecto: Se refieren a la conservación y mantenimiento de la zona que corresponde a la línea de fábrica en el área urbana y el área establecida como derecho de vía en la parte rural, con el objetivo principal de presentar una vía estable y agradable visualmente. Los indicadores obedecen a criterios técnicos y de mejoramiento ambiental.

Tabla 64. Indicadores de líneas de fábrica

Variable	Indicador	Forma de medición	Acción
Vía y línea de fábrica			
Línea de Fábrica/derecho de vía	Siempre libres de edificaciones y usos no permitidos	Inspección visual permanente	Limitar ocupación de edificaciones y usos no permitidos
Bermas	Siempre revegetadas y/o impermeabilizadas, que impidan erosión filtraciones y procesos inestables	Inspección visual semanal en invierno y mensual en verano	Agrietamientos debido a causas humanas o naturales, no imputables al deterioro de la berma, serán impermeabilizadas o protegidas con vegetación
Limpieza de bermas	Siempre limpias y libres de obstáculos, tierra y basura	Inspección visual permanente	Ningún elemento que constituya basura. Todo obstáculo deberá ser retirado inmediatamente
Taludes de terraplenes	Sin deformaciones ni erosión	Inspección visual semanal	No se permitirá deformaciones ni erosiones que pongan en peligro la estabilidad de la vía
Estabilidad de taludes de corte	Siempre estables y protegidos	Inspección visual de deslizamientos sobre la vía	En casos extremos, se permitirá interrupciones de no más de dos horas
Uso del suelo	Se aceptará únicamente usos compatibles definidos en el Plan de Zonificación y Uso del Suelo del Municipio de Quito.	Inspección visual permanente	Ninguna

Fuente: EPMOP

Indicadores para el drenaje: Se refieren al cumplimiento de requisitos técnicos para que las obras hidráulicas actúen con la finalidad para la que fueron construidas. Se busca garantizar que el deterioro de la carretera por los efectos del agua se minimice.

Tabla 65. Indicadores para drenaje

Variable	Indicador	Forma de medición	Tolerancia
Drenajes			
Cunetas laterales Revestidas	Siempre limpias y sin rotura. No se permite la obstrucción	Inspección visual mensual en verano y semanal en invierno	Arrastre por lluvias recientes. No se aceptarán acumulaciones por más de 24 horas. Reparación de rotura en menos de 7 días
Alcantarillas	Siempre limpias de sedimentos y vegetación	Inspección visual permanente	Durante períodos de lluvias acumulaciones pequeñas que no generen obstáculos
Entradas y salidas de las alcantarillas	Siempre limpias de sedimentos, vegetación y protegidas de procesos erosivos.	Inspección visual permanente	Durante períodos de lluvias acumulaciones pequeñas que no generen obstrucciones

Fuente: EPMOP

Indicadores para la señalización y seguridad vial: Tienen como objetivo garantizar al usuario una carretera cómoda y segura a través de información confiable y oportuna en los sitios de peligro o de prevención de accidentes mediante señales que regulen el tránsito y que prevengan e informen al usuario.

Tabla 66. Indicadores para señalización y seguridad vial

Variable	Indicador	Forma de medición	Tolerancia
Señalización y seguridad vial			
Señales reglamentarias	Siempre limpias y niveladas. Reflectividad de acuerdo a la norma	Inspección con reflectómetro	No se aceptan alteraciones por más de 48 horas Señales extraviadas, deterioradas o dañadas serán repuestas de inmediato
Bordillos	Completos sin despostillamientos y limpios	Inspección visual	Es caso de destrucción, reconstruirlos en no más de una semana
Tachas	Sin desgaste de abrasión por tráfico ni despostillamientos, reflectividad de acuerdo a la norma	Inspección visual semanal. Uso de reflectómetro o similar que mida unidades exigidas por el fabricante	Se acepta como buen estado aquellas que brinden la reflectividad nocturna indicada por el fabricante. Aquellas desgastadas o extraviadas serán repuestas de inmediato
Pasos Cebra	Reflectividad 180	Inspección visual permanente	No se aceptan señales sin elementos reflectivos. Alteraciones con reposición inmediata
Señalización horizontal	Reflectividad 180 milicandelas/lux/m ² .	Inspección visual permanente	No se permite ningún tramo de la vía sin demarcaciones horizontales correspondientes con los valores de reflectividad indicados

Fuente: EPMOP

Indicadores para las estructuras viales: Tienen como objetivo establecer las condiciones mínimas necesarias para que las estructuras existentes, se conserven con alto grado de seguridad, estabilidad y funcionamiento. Los indicadores son de carácter técnico y operativo.

Tabla 67. Indicadores para estructuras viales

Variable	Indicador	Forma de medición	Tolerancia
Estructuras viales			
Muros de contención	Completos y limpios. Sin obstrucciones, libre escurrimiento y adecuado 100 m aguas arriba y abajo	Inspección visual	En caso de obstrucción, reparación de obras de inmediato

Fuente: EPMOP

4.9.5 Programa de contingencias.

4.9.5.1 Manejo de contingencias y riesgos.

a) Descripción

El plan de contingencias se basa en potenciales escenarios de riesgo que se obtienen de un análisis de vulnerabilidad, realizado de acuerdo con las amenazas que pueden afectar el ciclo del proyecto.

b) Objetivo

- Definir acciones que permitan enfrentar los eventuales siniestros y emergencias durante la implementación del proyecto;
- Proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir daños y perjuicios sobre los trabajadores, proteger la propiedad privada en el área de influencia y reducir los riesgos para el ambiente durante la etapa construcción del proyecto;
- Prevenir y/o minimizar los efectos de un determinado incidente asegurando una respuesta inmediata y eficaz, producto de una planificación y capacitación previa;
- Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de construcción de la vía, así como de terceras personas;
- Establecer una organización de respuesta, interna y externa, ante un evento contingente.

Plan de contingencias

Tipo de medida

Es una medida de prevención y permite definir responsabilidades en el momento de atender una emergencia. Gracias a la medida, se contará con elementos físicos, humanos y logísticos requeridos para atender de forma oportuna cualquier eventualidad.

Nombre de los impactos mitigados

- Accidentes vehiculares.
- Accidentes operadores de maquinaria y equipos.
- Deslizamientos.
- Derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites.
- Daños a servicios públicos.

Lugar, población afectada por el impacto

Las contingencias se pueden presentar en los frentes de obra, instalaciones provisionales.

Los afectados son el personal técnico, trabajadores, usuarios y población del área de influencia del proyecto.

Descripción de la medida:

Esta medida contempla los siguientes aspectos:

- a. Identificación de contingencias y riesgos.
- b. Organización del personal de respuesta.
- c. Equipos requeridos.
- d. Capacitación y simulacros.
- e. Entidades de atención primaria.
- f. Evaluación y monitoreo de la contingencia.

4.9.5.2 Identificación de contingencias y riesgos.

Para la elaboración de un plan de contingencias primero deben identificarse las causas que pueden originar situaciones inesperadas. Una vez determinadas las emergencias, se establece una clasificación de las mismas, de forma que se puedan agrupar y tratar con estrategias seguras. A continuación se detallan los tipos de

contingencias (accidentes y/o emergencias) que podrían suceder durante la ejecución del proyecto en sus fases de construcción y operación:

En la siguiente tabla se presentan las contingencias y su acción propuesta para la realización de las tareas.

La responsabilidad de la ejecución y aplicación del programa será del contratista, ya que éste es el realizador de las tareas de construcción de la vía.

Tabla 68. Riesgos y contingencias en la ejecución del proyecto

Riesgos y Contingencias	Acción
Deslizamientos	<p>Sin perjuicio de las medidas preventivas, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adecuado manejo de drenajes, especialmente en cortes, rellenos y zonas de disposición de materiales. • Conformación técnica de taludes. <p>Se aplicarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avisar telefónicamente o personalmente a Policía Nacional, Bomberos y Centro de Salud. • Avisar a la fiscalización y supervisión de la obra. • Verificar que los accidentados sean trasladados a centros de atención médica. • Disponer de equipos y maquinaria para ayudar a despejar la vía en el más breve plazo, una vez autorizado por la Policía Nacional. • Organizar el tránsito vehicular. • Entregar información oportuna a los encargados de comunicaciones, quienes darán las informaciones a la prensa en forma oficial. • Registrar el accidente en un formulario previamente definido.
Accidentes en la vía	<p>Se aplicará Plan de Enlace, que contempla la comunicación rápida y expedita con la Policía Nacional, Bomberos, Centro de salud, fiscalización de la obra.</p> <p>Los primeros auxilios serán dados por personal capacitado para tales efectos. En caso de no estar presente el personal idóneo, se realizarán las gestiones para disminuir los tiempos de atención de los lesionados.</p> <p>Específicamente se realizarán las siguientes labores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avisar telefónicamente o personalmente a Policía Nacional, Bomberos y Centro de Salud. • Avisar a la fiscalización y supervisión de la obra. • Verificar que los accidentados sean trasladados a centros de atención médica. • Disponer de equipos y maquinaria para ayudar a despejar la vía en el más breve plazo, una vez autorizado por la Policía Nacional. • Verificar que las compañías de seguros involucradas hayan sido avisadas en forma oportuna. • Entregar información oportuna a los encargados de comunicaciones, quienes darán las informaciones a la prensa en forma oficial. • Registrar el accidente en un formulario previamente definido.

Continúa...

Tabla 68. Riesgos y contingencias en la ejecución del proyecto

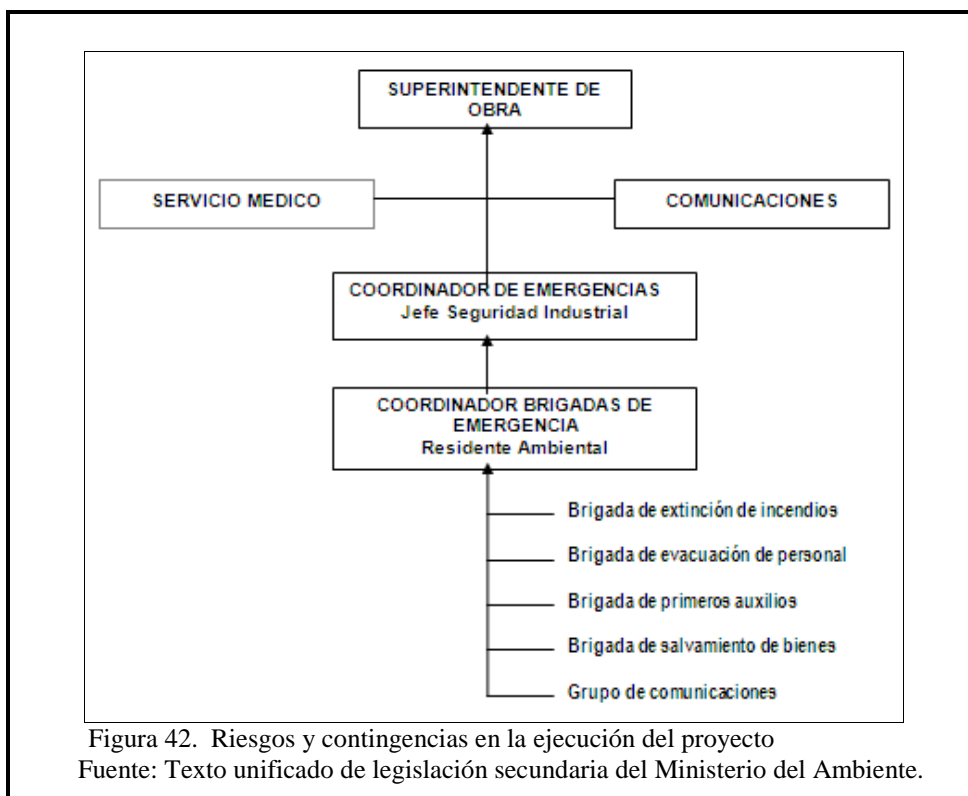
Continuación...

Riesgos y Contingencias	Acción
Incendios	<p>Sin perjuicio de las medidas preventivas, tales como la conformación de una brigada contra incendios y el porte de los elementos de seguridad, tales como extintores, se aplicarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se organizará el equipo previamente entrenado para combatir estos efectos. • Se evaluará la necesidad de ayuda de servicios externos para detener el fuego (Bomberos). • Se informará a Bomberos de la existencia de un amago o de un incendio, según sea el caso. • Se registrará el accidente y se avisará de inmediato a la fiscalización y supervisión de obra.
Derrame de sustancias peligrosas Transporte	<p>Independiente de las acciones preventivas, tales como la verificación del correcto funcionamiento de la maquinaria y de los sellados estanques, a continuación se presentan las acciones tendientes a limitar los posibles efectos del derrame de sustancias tales como: aceites, lubricantes y combustibles, los cuales podrían derivar de un mal funcionamiento o de accidentes.</p> <p>Las acciones informativas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avisar telefónicamente o personalmente a Policía Nacional y Bomberos. • Avisar a la fiscalización y supervisión de la Obra. • Las acciones mitigativas incluyen lo siguiente: • Detección de la fuente contaminante. • Detención y/o confinamiento del derrame. • Delimitación del área afectada. • Suspensión de trabajos en el sector. • Solicitud de asesoría a Bomberos. • Limpieza y retiro del material contaminado. • Disposición adecuada y confinada del material contaminado. • Despacho a empresas de tratamiento de residuos.
Accidentes de trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se dará atención de primeros auxilios en el área del accidente. • Si el accidente es mayor, se trasladará al herido hasta el centro asistencial más cercano. • Dar aviso correspondiente al Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional. • Registro del accidente en la planilla respectiva
Actividad sísmica	<ul style="list-style-type: none"> • Se cancelarán inmediatamente los trabajos. • Se evacuará al personal del sector. • Se informará del hecho a la Policía Nacional y Secretaria Nacional de Riesgos. • Señalización de rutas de evacuación y de áreas seguras y divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo sísmico.

Fuente: Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente

4.9.5.3 Organización del personal de respuesta.

El personal de respuesta se seleccionará entre los integrantes de la empresa constructora "in situ" y se conformará de acuerdo al esquema de la figura 42. Este personal será capacitado y equipado para manejar las contingencias, mismas que constituirán el equipo de Respuesta Inmediata (ERI).



Equipos requeridos

La logística definida para atender contingencias ambientales activará la disponibilidad inmediata y prioritaria de recursos disponibles, como:

- Sistemas de transporte (ambulancias, vehículos de apoyo logístico).
- Sistemas de comunicación (celulares, teléfonos satelitales, radio, etc.).
- Equipos contra incendio (extintores, arena, etc.).
- Equipos para el control de derrames (paños absorbentes, polvo absorbente, cordones).
- Herramientas menores (sogas, palas, picos, etc.).

Capacitación y simulacros

Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, la capacitación de los trabajadores consistirá en charlas de seguridad industrial y ambiental. Se enfatizará sobre el uso de la maquinaria en zonas de corte y relleno, construcción de obras de arte mayor y menor, uso de explosivos, conformación y la nivelación de la obra

básica del proyecto. La operación apropiada de las maquinarias y equipo, el manejo de un derrame de combustible y las prácticas para asegurar que los empleados estén familiarizados con los procedimientos para contener y controlar una fuga de combustible, serán aspectos importantes dentro de las charlas de capacitación e inducción.

El uso adecuado de los métodos de control de polvo también será uno de los enfoques en la instrucción de los trabajadores, principalmente en áreas de trabajo. Es importante que cada trabajador del proyecto entienda la obligación de reportar todos los accidentes e incidentes de salud, seguridad o medio ambiente, propiciando la retroalimentación del sistema de prevención de nuevos eventos de riesgo. La capacitación se realizará siguiendo los lineamientos del plan de capacitación ambiental, para lo cual se constituirá un equipo idóneo para atender las contingencias que pudieran presentarse.

Para reducir los riesgos de accidentes de trabajo se deberá contar con personal de experiencia en seguridad industrial, en construcción y el manejo de maquinarias y equipo pesado, para lograr una capacitación adecuada. La capacitación deberá incluir, entre otros, los siguientes temas adicionales:

- Normas generales de seguridad industrial.
- Equipo de protección personal.
- Repaso de la cartilla de instrucciones de seguridad en charlas diarias de 5 minutos.
- Reconocimiento de las señales y letreros de prevención de riesgos.
- Comunicación del peligro.
- Control de derrames y contención.
- Prevención y manejo de accidentes.
- Primeros auxilios.
- Desplazamiento adecuado de personal en áreas de trabajo de maquinaria y equipos pesados e ingreso a espacios restringidos.
- Manejo de materiales.
- Prácticas.

Entidad de atención primaria

Dispensarios y centros médicos.

Lista de contactos

Durante la implementación del Plan de Contingencia, se elaborará una lista de contactos claves que tengan participación ante emergencias. Se contará con medios propios y externos que permitan en forma acertada cumplir el objetivo de protección de las personas, la propiedad y medio ambiente.

Difusión y adiestramiento

El Plan de Contingencia será difundido a todo el personal involucrado en la construcción de la carretera, para su conocimiento y buen desenvolvimiento en las situaciones de emergencia, haciendo énfasis en el procedimiento de notificación.

De la implementación de un adecuado programa de entrenamiento del personal destinado a la Brigada de Campo, dependerá la satisfactoria ejecución del Plan de Contingencia, por lo que las sesiones de entrenamiento deben ser sustentadas y planeadas sobre la base de un cronograma regular que tome como referencia al personal nuevo que formará parte del equipo de respuesta.

El Programa de Entrenamiento deberá estar orientado básicamente a la parte práctica (ensayos y demostraciones) que corresponde al Plan Integral de Contingencias. Se deberá mantener un registro actualizado que documente el entrenamiento del personal.

Actualización del plan

Deberá ser revisado y actualizado por lo menos una vez al año.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada:

Durante la etapa construcción.

Responsable de ejecutarla:

Empresa constructora a través del jefe de seguridad industrial y salud ocupacional, consultora fiscalizadora y Ministerio de Transporte y Obras Públicas-MTOP.

Especificación de la medida:

En razón de que no existe especificación general, se le asigna el número de rubro:

Tabla 69. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
229 - (1)	Manejo de Contingencias	Global	1

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.10 Programa de protección y recuperación ambiental

4.10.1 Descripción.

Este subprograma establece las pautas a ser implementadas por la empresa constructora, a fin de evitar daños ambientales (sobre la flora silvestre) y recuperar aquellas áreas que han sido utilizadas temporalmente o que requieran ser rehabilitadas antes del cierre y abandono por parte del contratista. Se busca que las intervenciones sean lo menos agresivas con el ambiente y que su recuperación sea compatible con un ambiente y segura para el usuario de la vía.

Medidas de restauración física y biológica

Medida de mitigación.

Descripción de la medida

La etapa de abandono de obras constituye un momento crítico en lo que se refiere a la restauración de las áreas afectadas por el proceso de desarrollo de la infraestructura vial y en lo relativo a la aplicación de las medidas de acondicionamiento necesarias.

Por lo general, tales medidas están orientadas hacia la restauración física de las áreas utilizadas para el establecimiento de obras provisionales y almacenamiento de material.

Si bien muchas de las medidas a adoptarse durante el proceso de abandono de obras y de restauración de áreas tienen un claro impacto social, por lo que se deben incorporar en la aplicación de las mismas, criterios de “restauración social”. En ese sentido, los profesionales en seguridad y ambiente de la empresa Constructora deberán realizar los siguientes procedimientos:

- Verificar que no queden sin resolver las quejas o reclamos de la población respecto a daños ambientales generados durante el desarrollo de las obras y que no hayan sido mitigados o reparados de manera adecuada.
- Asegurar que se proceda a desarrollar de manera apropiada las labores de compensación por daños a la propiedad o bienes de naturaleza privada o comunal, verificando que se cancelen debidamente y que no existan reclamos pendientes.
- Cerciorarse de que el personal de la empresa contratistas no dejen obligaciones o deudas pendientes de cancelación con la población local por diversos servicios prestados.
- Adoptar mecanismos adecuados de información y comunicación con la población local, a fin de que ésta pueda participar, en forma organizada y a través de sus propias autoridades, en las tareas de supervisión y vigilancia del cumplimiento del plan de abandono de obras, sobre todo en aquellas áreas que involucren espacios de valor o significación local.
- Constatar que el plan de abandono cumpla con los requisitos desde el punto de vista ambiental y de los derechos de los propietarios de las tierras, asegurando la restitución apropiada de la vegetación, paisaje, suelo y otros elementos del entorno.
- Proceder con la siembra de vegetación una vez que se haya culminado con las labores de levantamiento de la infraestructura y limpieza del área útil. La recuperación vegetal se realizará, de preferencia, con especies nativas; no obstante en zonas en donde la pendiente no lo permita se optará por la siembra de

gramalote o setaria, especies de pastos adaptados a la región y de rápido crecimiento. La recolección de la semilla o las plántulas provendrán de viveros localizados en el área de influencia del proyecto; y la mano de obra puede ser contratada localmente.

Una vez concluidas las labores de desmantelamiento y constatada la recuperación de las áreas afectadas se procederá con la firma del acta de entrega-recepción.

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada

Al cierre de las operaciones

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, fiscalización y supervisión

Ambiente beneficiado

Paisaje y población ubicada en el área de influencia del proyecto.

Rubro y costo de la medida:

Medición y pago

Para la correcta ejecución de esta medida, se pagarán al precio del contrato por metro cuadrado de área sembrada, constituirá la compensación total de las semillas, herramientas, mano de obra, preparación del suelo, riego y mantenimiento de las áreas sembradas.

Para la ejecución de estos procedimientos se considerará además, lo indicado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, lo indicado en el Capítulo 200, Sección 206.

Tabla 70. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
206 - (1)	Área Sembrada	Global	1

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.10.2 Programa de relaciones comunitarias.

4.10.2.1 Educación y concienciación ambiental a la comunidad.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

- Alteración de la cobertura vegetal.
- Disminución de la biodiversidad.
- Erosión.
- Alteración de las cadenas tróficas.

Lugar, población afectada por el impacto

La educación y concienciación ambiental para el público en general se desarrollará progresivamente y en base a un cronograma a definir entre la empresa constructora y la fiscalización, en los siguientes sitios poblados:

Parroquias Quitumbe

Parroquias Turubamba

Los beneficiados será la población ubicada en el área de influencia directa del proyecto.

Descripción de la medida

La educación y concienciación ambiental a la comunidad procura fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que se beneficiaran por la obra.

Se realizará a través de los siguientes medios:

- a. Charlas de concienciación.
- b. Instructivos o trípticos.
- c. Comunicados radiales.
- d. Comunicados de prensa.

4.10.2.2 Charlas de concienciación ambiental.

Las charlas de concienciación ambiental están dirigidas a los moradores de las poblaciones aledañas y polos de la vía que directa o indirectamente están relacionadas con la obra vial; la temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social y, expuestas por especialistas con lenguaje adecuado y principalmente con ayuda de audiovisuales (videos).

La duración de cada una de las charlas será de 45 minutos y se dictarán en el transcurso de la ejecución de los trabajos de construcción proyecto.

Los sitios propuestos para las charlas de concienciación son los barrios ubicados en el área directa del proyecto, se dictarán al inicio, mitad y final de la ejecución de la obra.

En la siguiente tabla, se presenta los temas de las charlas de concienciación ambiental al inicio de la obra

Tabla 71. Charlas ambientales al inicio de la obra

Impacto	Temas	# Talleres	Horas por Taller
<ul style="list-style-type: none"> Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación. Ejecución de obras necesarias en el proyecto, Incremento de enfermedades respiratorias, mayores niveles de ruido, suspensión de servicios básicos, mayor tiempo de viaje, afectación a predios urbanos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> El entorno que rodea a la obra y su íntima interrelación con sus habitantes Trabajos de rectificación y plazos. Horarios de circulación vehicular. PMA y sus medidas. Beneficios esperados del proyecto. Involucramiento de la población en la protección de la vía y su entorno 	1	1.0

Fuente: Texto unificado legislación secundaria del Ministerio del Ambiente

- A fin de potenciar los impactos positivos, se prevé la ejecución de talleres o charlas, antes de finalizar la construcción del proyecto (2 meses antes), sobre la temática que a continuación se señala:

Tabla 72. Temas de charlas ambientales para el final de la obra

Impactos	Temas	# talleres	Horas por taller
<ul style="list-style-type: none"> Respeto al derecho de vía. Respeto a la Ley de Tránsito y Transporte terrestre. Beneficios esperados por la apertura de la infraestructura vial. 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Caminos y su Reglamento. Ley de Tránsito y Transporte Terrestre. Beneficios socioeconómicos y ambientales que traerá la apertura de la vía. La vía como eje de desarrollo local Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción. 	1	1.0

Fuente: Texto unificado legislación secundaria del Ministerio del Ambiente

En total por efecto de este rubro se verificará el cumplimiento de 3 charlas de concienciación ambiental.

a) Instructivos o trípticos

Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel couché de 115 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación, saneamiento ambiental, etc.

La temática a desarrollar también versará sobre los objetivos de la construcción del proyecto, los beneficios a obtener al corto, mediano y largo plazo, los impactos y molestias que causarán los trabajos de construcción, así como las medidas que se implementarán para minimizar los efectos ambientales negativos y maximizar los positivos.

El detalle del texto se acompañará de gráficas o fotos alusivas al tema que se trate; el diseño de texto y gráfico del instructivo o tríptico será tal que el producto final sea legible y de fácil manejo.

Los trípticos se entregaran a:

- Los asistentes a las charlas de educación y concienciación, tanto de la empresa constructora, como de las poblaciones.
- A los conductores y pasajeros de vehículos que circulan por la vía.
- Escuelas y colegios del área de influencia indirecta.

Se elaborarán 100 trípticos, los cuales se repartirán a las personas indicadas en los párrafos anteriores.

b) Comunicados radiales

Los comunicados radiales tendrán una duración máxima de 45 segundos y serán difundidos por las radios de mayor sintonía en la zona de influencia del proyecto.

La temática a ser tratada versará sobre lo siguiente: a) fecha de inicio de los trabajos; b) horarios de tránsito; c) restricciones en el tránsito; d) beneficios de la obra; e) convocatorias para que asistan a las charlas de concienciación y otras que el fiscalizador ambiental creyere conveniente.

La periodicidad con la que serán transmitidos estos mensajes radiales será al menos 2 mensajes radiales que se requieren transmitir durante la construcción del proyecto.

c) Comunicados de prensa

Son comunicados a la población, difundidos a través de los medios de comunicación escrita que tengan circulación en el área de influencia directa e indirecta del proyecto; la extensión de los comunicados de prensa será de un cuarto de página, la organización será encargada al constructor y fiscalizador ambiental, su temática será de tipo informativo con respecto a las obras a realizar y las precauciones a tomar por parte de los usuarios y pobladores durante la ejecución de las obras, especialmente en horas de la noche, días feriados y horas pico. Se ha estimado conveniente 2 comunicados de prensa.

También a través de este medio de comunicación se convocará a las charlas de concienciación ambiental a fin que la ciudadanía participe activamente.

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de construcción.

Responsable de ejecutarla

Superintendente de obra y especialistas ambientales de la fiscalización y constructora coordinarán y efectuarán la programación de los indicados cursos, dentro del programa general de capacitación.

La evidencia de su realización serán: los registros de asistencia, registros fotográficos, facturas, grabaciones y recortes de la prensa.

Especificación de la medida

Sección 220: Educación y Concienciación Ambiental, de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

Rubro y costo de la medida

Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, elaboración, transporte y realización de las actividades descritas; así como la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente.

Tabla 73. Rubros ambientales

Nº de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
220-(1)	Charlas de concientización	U	3
220-(4)	Instructivos o trípticos	U	100
220-(5)(a)	Comunicados radiales	U	2
220-(2)(b)	Comunicados de prensa	U	2

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.10.3 Seguridad industrial y salud ocupacional.

Descripción

La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el constructor del proyecto debe implementar en cada una de las áreas de trabajo, puesto que las actividades técnicas y operativas en la fase de construcción implica el manejo de maquinaria pesada, equipos, materiales y principalmente el manipuleo de material pétreo, cemento, explosivos, que aumenta la probabilidad de accidentes de trabajo.

La salud ocupacional, previene la generación de enfermedades consideradas graves y que son el resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado (MOP-

001-F-2002); las características del proyecto obligan al personal que labora en el mismo a trabajar por periodos prolongados, lo que implica el riesgo de adquirir enfermedades.

Los dos componentes deben ser considerados y aplicados especialmente en la etapa de construcción, puesto que en esta etapa se requiere el concurso de un alto número de empleados y trabajadores por un tiempo aproximado de 12 meses.

Tipo de medida

Preventiva

Nombre de los impactos mitigados

Prevenir riesgos de accidentes laborales, afectación a la salud del personal técnico, administrativo y obreros del proyecto.

Lugar, población afectada por el impacto

Los lugares donde se pueden presentar riesgos laborales y afectación a la salud se encuentran ubicados a lo largo de todo el proyecto, puesto que para la construcción de la vía es necesario realizar excavación en suelo, excavación en marginal, excavación en fango, limpieza de derrumbes, excavación para obras de arte menor, explotación de fuentes de materiales, trituración de agregados, preparación de mezclas asfálticas, mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, etc.

La población afectada será el personal técnico, administrativo y obrero que trabaja en la obra.

Descripción de la medida

La constructora deberá mantener una unidad de ambiente y seguridad en la construcción de las obras de rectificación, mejoramiento, operación y mantenimiento

del proyecto; las dos últimas fases se aplicarán en el caso de que sea contratada la misma empresa para ejecutar el mantenimiento de la vía.

La Unidad de Ambiente y Seguridad desarrollará manuales y reglamentos internos para ser aplicados en cada una de las actividades que efectúa el personal de la constructora durante la ejecución de las obras y tendrán relación con los siguientes aspectos:

- Programa de prevención de accidentes.
- Reglamento Interno de seguridad industrial.
- Manual de gestión ambiental
- Reglamento Interno de medio ambiente.
- Manejo ambiental y relaciones comunitarias con los usuarios y pobladores de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Programa de señalización.
- Formularios para registros.

La unidad de Seguridad y Ambiente mantendrá un reporte mensual de seguridad, cuyo detalle se registrará en el Plan de Seguridad e informará sobre:

- Estadística de accidentes e incidentes.
- Actividades desarrolladas por la unidad de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Actividades desarrolladas por la unidad de Medio Ambiente.
- Charlas educativas sobre seguridad industrial, salud ocupacional y prevención de accidentes, incidentes y enfermedades profesionales.
- Charlas educativas sobre medio ambiente.
- Archivo fotográfico de seguridad industrial y salud ocupacional.
- Archivo fotográfico de medio ambiente

La unidad estará a cargo de un jefe de seguridad industrial, con instrucción superior a nivel de maestría en seguridad industrial y salud ocupacional, con una experiencia mínima de tres años y de preferencia en proyectos viales.

Contará con el apoyo de un Relacionador Comunitario, con instrucción superior especializado en manejo ambiental y relaciones comunitarias con los trabajadores, usuarios y pobladores de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, manejo de conflictos y tener una experiencia mínima de dos años y de preferencia en proyectos viales.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de construcción y mantenimiento en caso de que se contrate a la misma empresa constructora para el mantenimiento de la vía.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, consultora fiscalizadora, a través del supervisor ambiental.

Especificación de la medida

Sección 213 "Seguridad Industrial y Salud Ocupacional" de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001F-2002.

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se consideran en los rubros del contrato.

4.10.3.1 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (S.G.S.S.O).

Tipo de medida

Preventiva.

Nombre de los impactos mitigados

Prevenir riesgos de accidentes laborales, afectación a la salud del personal técnico, administrativo y obreros del proyecto.

Lugar, población afectada por el impacto

Los lugares donde se pueden presentar riesgos laborales y afectación a la salud se encuentran ubicados a lo largo de todo el proyecto, puesto que para la rectificación y mejoramiento de la vía existente es necesario realizar excavación en suelo, excavación en marginal, excavación en fango, limpieza de derrumbes y excavación para puentes, excavación para obras de arte menor, explotación de fuentes de materiales, trituración de agregados, preparación de mezclas asfálticas, mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, almacenamiento de explosivos, operación de campamentos, etc.

La población afectada será el personal técnico, administrativo y obrero que trabaja en la obra.

Descripción de la medida

La ventaja que representan para la empresa la implementación y el mantenimiento de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional, además de crear un sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador por su lugar de trabajo; reduce el número de accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales, mediante la prevención y control de riesgos y/o control total de pérdidas.

La política de S.G.S.S.O. de la empresa es el punto inicial y crucial para la implantación del sistema, será desarrollada y apoyada activamente por el nivel más alto de la dirección o gerencia. Deberá seguir los estándares básicos de los sistemas de calidad:

- Ser apropiada a la naturaleza y escala de los riesgos de la SSO de la empresa.
- Incluir el compromiso con el mejoramiento continuo.

- Estar de acuerdo con otras políticas de la organización, particularmente con la política de gestión medioambiental.
- Comprometer a la organización en el cumplimiento de todos los requisitos preventivos y legales.
- Definir la forma de cumplir, superar o desarrollar los requisitos de seguridad y salud, asegurando la mejora continua de su actuación.
- Estar documentada, implementada y mantenida.
- Sea analizada críticamente, en forma periódica, para asegurar que ésta permanece pertinente y apropiada a la organización.
- Estar a disposición de las partes interesadas, en un formato de fácil comprensión, por ejemplo, a través del informe, memoria o exposición anual de la organización.
- En el Plan de Seguridad Industrial y el Manual de Gestión Ambiental se deberá incluir las actividades y procedimientos a seguir en los distintos frentes de trabajo del proyecto, el cual se aplicará en todas las operaciones:
- Dotar a su personal técnico y sus trabajadores de elementos de protección: cascos, gafas, linternas, protectores auditivos, mascarillas filtrantes, guantes, calzado de seguridad, cinturones de seguridad, implementos de seguridad para trabajos en altura, etc., previa determinación de las reales necesidades para proteger la integridad de los trabajadores.
- La vigilancia del estado de salud de los trabajadores y la verificación de la idoneidad física necesaria para las tareas a desarrollar, está delegada a la unidad de salud ocupacional, luego de realizar las consideraciones de los riesgos para la salud y después de un examen completo de los trabajos ejecutados por los obreros al interior y exterior de la obra. Esta unidad se apoyará en el servicio médico que mantenga un convenio con la empresa constructora, el mismo que está facultado de responder todas las necesidades médicas, accidentes, enfermedades profesionales y condiciones sanitarias de los trabajadores de la obra, y el cual será el encargado de realizar un examen médico completo, exámenes de medicina preventiva si es necesario como por ejemplo el examen ocular para el personal que use los VDT.
- La alimentación deberá contener los nutrientes básicos (calorías y proteínas), de acuerdo con las condiciones de trabajo.

- Permitir la inspección de sus instalaciones u operaciones por parte de funcionarios debidamente autorizados por la Unidad de Gestión Ambiental, Dirección Nacional de Minería, Ministerio del Ambiente; el personal que acompañe a los funcionarios deberá tener suficiente capacidad de decisión, competente y conocedor de los lugares a inspeccionarse, además de informar por escrito a las Autoridades Ambientales Competentes sobre comienzo o reinicio de labores de construcción, mineras y ambientales. Además se deberá llevar un expediente especial de observaciones y recomendaciones formuladas por los funcionarios anteriormente señalados.
- Mantener programas de entrenamiento y capacitación para su personal a todo nivel en materia de seguridad e higiene constructiva y minera.
- Mantenimiento de toda la maquinaria, equipo e instalaciones en debidas condiciones de funcionamiento y seguridad.
- Verificar la experiencia del nuevo personal e instruirle acerca de los riesgos del trabajo y la ejecución segura de las labores encomendadas.
- Mantener en permanente actualización, planos relativos a cada lugar de trabajo y su avance en los respectivos frentes
- Cumplir con lo contemplado en los artículos 147 y 148 de la Ley de Minería y las normas y leyes vigentes en el Ecuador referidas a la seguridad en el trabajo, combate contra incendio, salud de los trabajadores y protección del ambiente de trabajo, que se encuentran en el Reglamento de Seguridad Minera y el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto 2393).

En el Plan de Seguridad Industrial, se deberá determinar el Servicio de Seguridad Industrial en el Proyecto, el cual será el encargado de garantizar la aplicación y el mantenimiento de las medidas de seguridad y la protección de la salud de los trabajadores, indicado en los Reglamentos de Seguridad y de acuerdo a las disposiciones del Plan de Seguridad e Higiene; la constructora deberá constituir un servicio de seguridad, que esté presente en cada actividad de trabajo, durante el tiempo de construcción de la obra.

El servicio dependerá del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional (SGSSO) quien depende directamente del Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional.

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de construcción y mantenimiento en caso de que se contrate a la misma empresa constructora para el mantenimiento de la vía.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, consultora fiscalizadora, a través del supervisor ambiental.

Especificación de la medida

Sección 213 “Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001F-2002.

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, los realizará el Jefe de la Unidad de Seguridad y Ambiente.

4.10.3.2 Reglamento interno de seguridad industrial y salud ocupacional.

Tipo de medida

Preventiva

Nombre de los impactos mitigados

Prevenir riesgos de accidentes laborales, afectación en la salud del personal técnico y de obreros del proyecto.

Lugar, población afectada por el impacto

Personal técnico y obrero que trabaja en la obra

Descripción de la medida

Debido a que las necesidades de cada organización varían, el objeto de estas familias de normas no es imponer una uniformidad en los Reglamentos Internos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y en los S.G.S.S.O. ya que su diseño e implantación están influidos por la legislación vigente, los riesgos laborales presentes, los objetivos, los productos, procesos y prácticas individuales de cada organización.

En términos generales el reglamento deberá considerar mínimo los siguientes aspectos:

Reglamento interno de seguridad industrial y salud ocupacional

La empresa

Considerando

Que, es deber de la constructora la adopción de las medidas adecuadas de ambiente, salud y seguridad industrial, con la finalidad de proteger la salud y seguridad de los trabajadores, eliminar y/o minimizar los factores de riesgo detectados.

Que, el Art. 434 del Código del Trabajo y el Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas, establecen la obligatoriedad que la constructora cuente con el Reglamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y tenga la aprobación del Ministerio de Trabajo y Empleo.

Que, es necesario contar con el Reglamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la constructora que contenga reglas para prevenir accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

Que, es necesario velar por la seguridad y bienestar de los trabajadores y empleados de la constructora.

En uso de las atribuciones legales

Resuelve

Dictar el Reglamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Expedición:

La constructora, ubicada en la y, de la Provincia de, Cantón cuya actividad económica es:, expide el presente Reglamento Interno de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, el mismo que contiene reglas de prevención de los factores de riesgos generadores de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales, en base de las siguientes normas legales de Seguridad, Salud y Ambiente vigentes en el país:

1. Constitución Política del Ecuador.
2. Decisión 584 de la CAN, Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
3. Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino.
4. Convenios Internacionales de la OIT ratificados por el país.
5. Código del Trabajo.
6. Ley de Seguridad Social, Art. 143
7. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Arts. 18 al 20
8. Reglamento para el funcionamiento de Servicios Médicos de Empresa.
9. Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo.
10. Normas Técnicas INEN.
11. Acuerdos Ministeriales y Resoluciones del IESS.
12. Resolución CD 148.

13. Texto Sustitutivo del “Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas”.

Los integrantes de la Constructora, se comprometen a adoptar todas las medidas que sean necesarias para aplicar el presente Reglamento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

Dada en la ciudad de....., República del Ecuador, a los ... días del mes de del año

GERENTE GENERAL

JEFE DE LA UNIDAD DE AMBIENTE

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de construcción y mantenimiento en caso de que se contrate a la misma empresa constructora para el mantenimiento de la vía.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora

Especificación de la medida

Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001F-2002, Sección 213 “Seguridad Industrial y Salud Ocupacional”

Rubro y costo de la medida

Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, los realizará el jefe de la constructora

4.10.4 Educación y concienciación ambiental.

Descripción

Este programa conlleva la ejecución por parte del constructor una serie de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y puesta en práctica de los principios de convivencia en armonía con el entorno ambiental.

La educación y concienciación ambiental están dirigidas a dos grupos focales de la obra:

- a. Personal técnico, administrativo y obrero de la empresa constructora, que está en contacto permanente con la obra y el entorno ambiental; y,
- b. Habitantes ubicados en el área de influencia directa de la obra y los usuarios de la vía.

4.10.4.1 Educación y concienciación ambiental al personal de la constructora.

Tipo de medida

Medida de prevención

Nombre de los impactos mitigados

Evitar accidentes de trabajo, conflictos con la comunidad y afectación al ambiente.

Lugar, población afectada por el impacto

Las charlas de adiestramiento dirigidas al personal técnico, administrativo y obreros, se dictarán en las casas barriales ubicadas en el área de influencia directa de la obra, cuya coordinación será establecida por el constructor.

Los beneficiados serán personal técnico, administrativo y obreros de la empresa constructora.

Descripción de la medida

El Constructor de la obra está obligado a mantener programas de información, capacitación y concienciación ambiental permanentes de su personal a todo nivel, para incentivar acciones que minimicen el deterioro ambiental.

El personal que labore en el proyecto recibirá capacitación continua, adecuada y actualizada permanentemente, a efectos de que estén conscientes de la importancia de cumplir con los procedimientos y medidas ambientales dispuestas en el presente estudio.

Los propósitos también concienciar, incentivar y estimular la creatividad en las personas involucradas en el proyecto, para buscar y desarrollar nuevas alternativas en la protección al ambiente y el control operacional.

a) Entrenamiento en seguridad laboral

Los trabajadores recibirán entrenamiento apropiado de acuerdo a la naturaleza de sus tareas y los riesgos en el ambiente laboral al que puedan estar expuestos. Temas especiales de entrenamiento y capacitación son los siguientes:

- Conceptos generales sobre medio ambiente.
- Prevención de accidentes.
- Prácticas adecuadas de trabajo con maquinaria pesada
- Uso de equipos de protección personal --respiradores, tapones de oídos, orejeras, equipos de respiración artificial, trajes, guantes, gafas, botas de seguridad, etc.
- Técnicas de primeros auxilios.
- Uso de equipos diseñados para contingencias extintores de fuego, por ejemplo.
- Normas de conducción a los choferes de volquetas.
- Política de reciclaje y rehúso de materiales.

- Buenas prácticas de almacenamiento y disposición de los desechos.
- Preparación y respuesta ante emergencias.

b) Metodología de capacitación

Este entrenamiento será realizado por personal profesional adecuado y con experiencia en los temas, mediante seminarios, charlas tipo talleres interactivos o entrenamiento en el sitio.

La empresa establecerá la frecuencia de la capacitación de sus empleados y mantendrá los registros de asistencia y evaluación de los participantes. Se dictará por lo menos cuatro cursos de capacitación al año; es decir, 4 en total. Se dictarán además charlas de inducción diarias de una duración de 5 minutos.

La preparación ante emergencias incluirá la difusión, capacitación, entrenamiento, ejercicios o simulacros, que se llevaran a cabo por parte del personal asignado en labores de respuesta ante eventos mayores.

Los planes de contingencia incluidos en este estudio describen los procedimientos de respuesta a ejecutarse durante una eventual emergencia. Por tanto, el personal asignado en la respuesta ante emergencias deberá conocer y estar preparado para la correspondiente acción designada durante un evento mayor.

Estas charlas las diseñaran profesionales vinculados al área ambiental, tendrán una duración de 50 minutos y los temas a tratar serán muy concretos, prácticos y de fácil comprensión, los cuales previamente serán puestos a consideración del fiscalizador para conocimiento y aprobación.

De igual forma estas charlas se sustentarán en afiches e instructivos propuestos por el contratista y aprobados por el fiscalizador, de acuerdo a lo expresado en el numeral anterior.

Etapa del proyecto en que debe ser ejecutada

Durante la etapa de construcción.

Responsable de ejecutarla

Superintendente de obra y especialistas ambientales de la fiscalización y constructora coordinarán y efectuarán la programación de los indicados cursos, dentro del programa general de capacitación.

La evidencia de la realización de los cursos de capacitación serán los registros y/o certificados de asistencia, registros fotográficos que deberán ser anexados en las auditorías ambientales anuales de cumplimiento.

Especificación de la medida

Sección 220: Educación y Concienciación Ambiental, de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002.

Rubro y costo de la medida

Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, elaboración, transporte y realización de las actividades descritas; así como la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente.

Tabla 74. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
220-(2)	Charlas de adiestramiento	U	3

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

4.10.5 Protección y recuperación ambiental.

Descripción

Este subprograma establece las pautas a ser implementadas por la empresa constructora, a fin de evitar daños ambientales (sobre la flora silvestre) y recuperar aquellas áreas que han sido utilizadas temporalmente o que requieran ser rehabilitadas antes del cierre y abandono por parte del contratista. Se busca que las intervenciones sean lo menos agresivas con el ambiente y que su recuperación sea compatible con un ambiente y segura para el usuario de la vía.

Medidas de restauración física y biológica

Medida de mitigación.

Descripción de la medida

La etapa de abandono de obras constituye un momento crítico en lo que se refiere a la restauración de las áreas afectadas por el proceso de desarrollo de la infraestructura vial y en lo relativo a la aplicación de las medidas de acondicionamiento necesarias.

Por lo general, tales medidas están orientadas hacia la restauración física de las áreas utilizadas para el establecimiento de obras provisionales y almacenamiento de material.

Si bien muchas de las medidas a adoptarse durante el proceso de abandono de obras y de restauración de áreas tienen un claro impacto social, por lo que se deben incorporar en la aplicación de las mismas, criterios de “restauración social”. En ese sentido, los profesionales en seguridad y ambiente de la empresa constructora deberán realizar los siguientes procedimientos:

- Verificar que no queden sin resolver las quejas o reclamos de la población respecto a daños ambientales generados durante el desarrollo de las obras y que

no hayan sido mitigados o reparados de manera adecuada.

- Asegurar que se proceda a desarrollar de manera apropiada las labores de compensación por daños a la propiedad o bienes de naturaleza privada o comunal, verificando que se cancelen debidamente y que no existan reclamos pendientes.
- Cerciorarse de que el personal de la empresa contratistas no dejen obligaciones o deudas pendientes de cancelación con la población local por diversos servicios prestados.
- Adoptar mecanismos adecuados de información y comunicación con la población local, a fin de que ésta pueda participar, en forma organizada y a través de sus propias autoridades, en las tareas de supervisión y vigilancia del cumplimiento del plan de abandono de obras, sobre todo en aquellas áreas que involucren espacios de valor o significación local.
- Constatar que el plan de abandono cumpla con los requisitos desde el punto de vista ambiental y de los derechos de los propietarios de las tierras, asegurando la restitución apropiada de la vegetación, paisaje, suelo y otros elementos del entorno.
- Proceder con la siembra de vegetación una vez que se haya culminado con las labores de levantamiento de la infraestructura y limpieza del área útil. La recuperación vegetal se realizará, de preferencia, con especies nativas; no obstante en zonas en donde la pendiente no lo permita se optará por la siembra de gramalote o setaria, especies de pastos adaptados a la región y de rápido crecimiento. La recolección de la semilla o las plántulas provendrán de viveros localizados en el área de influencia del proyecto; y la mano de obra puede ser contratada localmente.

Una vez concluidas las labores de desmantelamiento y constatada la recuperación de las áreas afectadas se procederá con la firma del acta de entrega-recepción.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada

Al cierre de las operaciones

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, fiscalización y supervisión

Ambiente beneficiado

Paisaje y población ubicada en el área de influencia del proyecto

Rubro y costo de la medida

Medición y pago

Para la correcta ejecución de esta medida, se pagarán al precio del contrato por metro cuadrado de área sembrada, constituirá la compensación total de las semillas, herramientas, mano de obra, preparación del suelo, riego y mantenimiento de las áreas sembradas.

Para la ejecución de estos procedimientos se considerará además lo indicado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, lo indicado en el Capítulo 200, Sección 206.

Tabla 75. Rubros ambientales

N° de Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
206 - (1)	Área Sembrada	Global	1

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.10.6 Abandono y cierre de operaciones del contratista.

Tipo de medida

Medida de mitigación

Descripción de la medida

El proceso de abandono de las operaciones consiste en la entrega del campamento en el caso de que haya sido arrendado o desmontaje cuando su estructura es móvil, retiro de: maquinaria, plantas de trituración y hormigón asfáltico, equipos, herramientas, materiales, así como la limpieza de los sitios en los que estas actividades se desarrollaron. Este proceso de cierre asegura que no se presenten pasivos ambientales que pueden ser luego imputables al contratista.

Procedimiento de trabajo

- Realizar el reconocimiento y evaluación del área a ser abandonada, preparando un programa de trabajo para cada parte de la obra, considerando la protección del medio ambiente y de la seguridad de las personas en general.
- Dar a conocer la decisión de abandono del área del proyecto a las autoridades competentes en un plazo máximo de un mes desde que sea tomada la decisión.
- Informar oportunamente a las autoridades y miembros de las comunidades que se encuentren ubicados en el área de influencia sobre el abandono de operaciones y sus consecuencias positivas o negativas que ello acarreará.
- En caso de abandono temporal se realizará el cierre perimetral de las instalaciones y se adoptará las seguridades necesarias para impedir el ingreso de extraños.
- En el programa de trabajo para el abandono y/o retiro, se deben considerar los siguientes aspectos:
 - Metas del retiro y/o abandono;
 - Inventario de todos los activos y pasivos;
 - Desmantelar todas las instalaciones fijas o desarmables que se hubieren instalado para la ejecución de la obra; así mismo se procederá con el retiro de chatarras, escombros, cercos, divisiones, relleno de pozos, desarmar o rellenar las rampas para carga y descarga de materiales, maquinarias, equipos, etc.
 - Recoger todas las herramientas, equipos y materiales que sirvieron de soporte durante las actividades del proyecto y se limpiarán y taponarán todas aquellas zonas que fueron utilizadas como fosas de desechos biodegradables, fosas

sépticas, trampas de grasas, sedimentadores, sitios de almacenamiento temporal de chatarra, etc.

- Clasificar y manejar, según se indica en la medida correspondiente, todos los desechos y materiales residuales tales como: madera, chatarra, plásticos, material textil de limpieza, entre otros.
- Limpiar y recuperar de inmediato aquellos elementos que obstruyen drenajes naturales ocasionados por el envío fortuito de elementos residuales de madera, plásticos, sedimentos u otros elementos contaminantes.
- En caso de abandono temporal, definir los tiempos de recuperación y los planes a futuro para uso de las instalaciones, equipos, herramientas, etc.
- Retiro de señalización temporal que se colocó en la etapa de reconstrucción del proyecto.
- En el proceso de desmantelamiento no se permitirá la quema de basuras ni otros residuos.
- En caso de que las autoridades o pobladores del lugar, soliciten que todas o algunas de sus instalaciones queden después de la finalización del proyecto, se deberá redactar un acuerdo, en el que el propietario del predio exprese su conformidad para que determinadas construcciones no sean retiradas.
- Identificación de Gestores Ambientales calificados que recibirán los residuos sólidos y líquidos para darles una disposición final que evite la contaminación al ambiente.

Etapas del proyecto en que debe ser ejecutada

Al final de la etapa de reconstrucción.

Responsable de ejecutarla

Empresa constructora, fiscalización y supervisión

Ambiente beneficiado

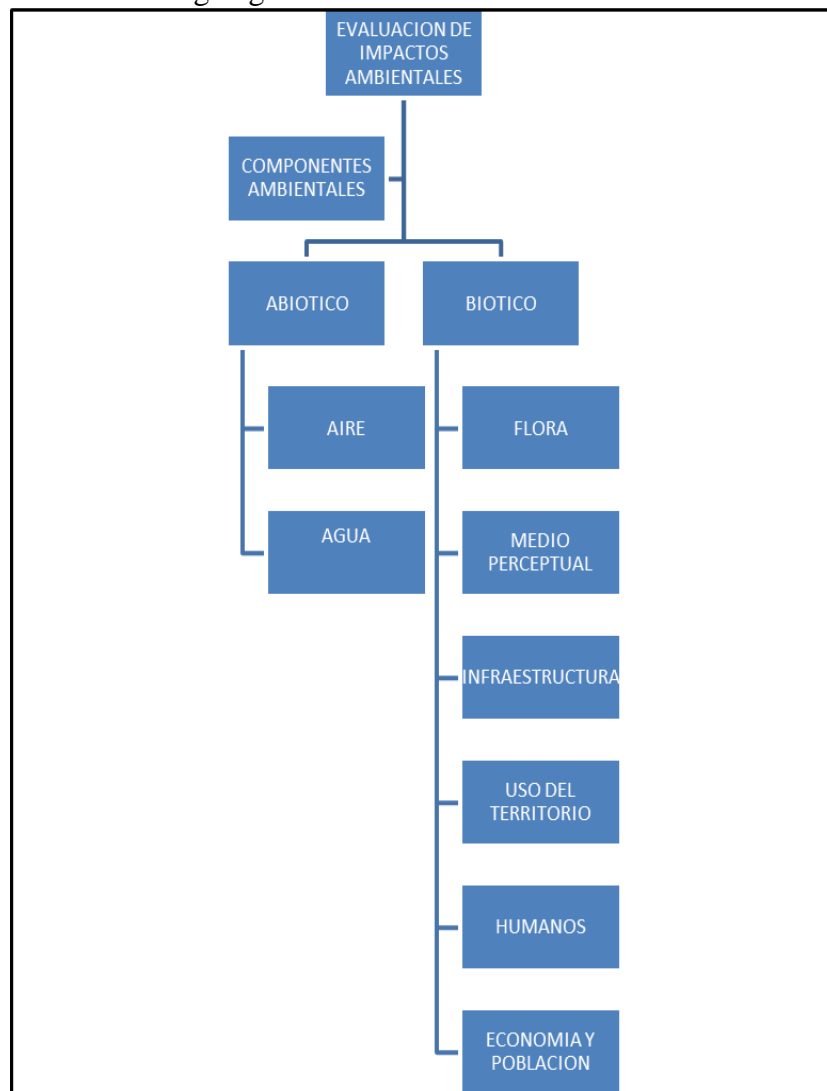
Medio ambiente y población circundante al proyecto

Rubro y costo de la medida

Sin costo directo del proyecto.

4.11 Organigrama metodología evaluación de impactos ambientales

Tabla 76. Organigrama de E.I.A



Fuente: Ministerio del Ambiente

4.12 Cuadro resumen medidas del P.M.A

Tabla 77. Resumen del P.M.A

Acción	Responsabilidad	Medio de verificación	Fase de aplicación
Bodega y obras conexas que el Contratista debe implementar con el fin de facilitar el almacenamiento de materiales de construcción así como de equipos y herramientas menores, requeridos para la construcción de la vía, y para lograr un manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos y dar facilidades a los trabajadores para que puedan cambiarse de ropa.		El área de la bodega dispone de letrinas y con un sistema de recolección de desechos sólidos. El abastecimiento de combustible y el mantenimiento de equipos se efectuarán en forma tal que se eviten derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes directamente al suelo.	Construcción / Operación y mantenimiento
Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por las excavaciones en superficie.	Contratista	Se han elegido equipos y maquinaria poco ruidosos. Los trabajos de excavación y/o relleno no se realizan por la noche. Se controla y se ha eliminado señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos. Está prohibido el consumo de bebidas alcohólicas en el sitio de trabajo y en áreas aledañas. Está prohibida la realización de festejos en el sitio de los trabajos y en áreas aledañas. Está prohibido el uso de equipos de música en alto volumen. El polvo producido por el tráfico vehicular y el que sea levantado por acción del viento es mitigado mediante el empleo de agua, la misma que se distribuye de modo uniforme por carros cisterna, equipados con un sistema de rociadores.	Construcción / Operación y mantenimiento

Continúa...

Tabla 77. Resumen del P.M.A

Continuación...

Acción	Responsabilidad	Medio de verificación	Fase de aplicación
<p>Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por la acumulación de los restos y rechazos producto del proceso constructivo.</p>	<p>Contratista</p>	<p>El material producto de la excavación permanece en la zona del proyecto solo hasta cuando se conforman los rellenos correspondientes. El material sobrante es retirado inmediatamente y trasladado hasta sitios autorizados por la A.Z.Q Todo material almacenado en fundas, recipientes, bultos, o colocado en hileras, se aplica, bloquea, entrelaza y tiene un límite de altura, para que el material esté estable y seguro, evitándose deslizamientos o caídas: Las vías de acceso deberán mantenerse libres de obstáculos. Almacenamiento de cemento: Las fundas de cemento no se apilan a más de diez fundas de altura sin un respaldo, excepto cuando estén sostenidas por paredes o refuerzos apropiados. Las fundas que están apiladas hacia afuera deberán colocarse con los cierres hacia el interior de la pila. Para la ubicación de los sitios que serán destinados para la acumulación de material residual de la construcción del proyecto, se han considerado los siguientes criterios: Los sitios de acumulación, corresponden a áreas de bajo valor edafológico.</p>	<p>Construcción / Operación y mantenimiento</p>
<p>Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por el transporte de materiales de construcción y restos y sobrantes.</p>	<p>Contratista</p>	<p>La provisión de materiales y el transporte de material sobrante de excavaciones y retiro de escombros se realiza desde las 7h00 hasta las 18h00. Todo material que se encuentra fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, etc., es retirado inmediatamente por el contratista. Los trabajos de transporte de materiales para la obra, se programan y adecúan de manera que se evita todo daño a las vías existentes, a las construcciones y a otros bienes públicos o privados o interferencias con las labores cotidianas de quienes habitan en los sectores atravesados por el proyecto.</p>	<p>Construcción / Operación y mantenimiento</p>

Continúa...

Tabla 77. Resumen del P.M.A

Continuación...

Acción	Responsabilidad	Medio de verificación	Fase de aplicación
		<p>Los baldes de los vehículos, destinados para la carga, transporte y descarga, están en perfecto estado de mantenimiento, de forma tal que se evita el derrame, pérdida de material y o escurrimiento de material húmedo durante el transporte.</p> <p>Las puertas de descarga, de los vehículos que cuenten con ellas, permanecen adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte.</p> <p>Se cubre la carga transportada con el fin de evitar la dispersión de la misma o emisiones fugitivas.</p> <p>La carga no sobresale por encima de la carrocería del vehículo.</p> <p>Todo movimiento de vehículos y maquinaria, se ejecuta por personal capacitado y debidamente acreditado para desarrollar dichas actividades.</p> <p>El movimiento de vehículos y maquinaria cuenta con un equipo de control y supervisión en el sitio de trabajo.</p> <p>La ruta y sitios de trabajo cuentan con señales visibles y comprensibles respecto a la protección y riesgos que ello pueda ocasionar.</p> <p>El transporte de diésel, gasolina u otros derivados, se realiza en camiones cisternas especialmente contruidos para este fin.</p> <p>El equipo de construcción y maquinaria pesada se opera de tal manera que causa el menor deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua.</p> <p>Las volquetas y maquinaria respetan la velocidad establecida.</p> <p>Todo el equipo ó equipos que originan trepidaciones, tales como los martillos neumáticos, compresores, compactadores, vibradores y similares, están provistas de dispositivos amortiguadores.</p> <p>Todos los equipos cuentan con un letrero, en un lugar visible, con la capacidad de carga, la velocidad de operación recomendada y las advertencias de peligro especiales.</p> <p>Todo equipo utilizado para levantar cargas está en buenas condiciones para su operación</p> <p>Cuando se efectúa la operación de carga, el medio de transporte está completamente detenido y puesto el freno de emergencia para evitar movimientos accidentales.</p>	

Continúa...

Tabla 77. Resumen del P.M.A

Continuación...

Acción	Responsabilidad	Medio de verificación	Fase de aplicación
Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por la preparación de materiales	Contratista	<p>Los sitios destinados al depósito temporal de las fundas de cemento, garantizan el no contacto del cemento con el agua</p> <p>Las fundas se embalan para su posterior retiro y entrega a un gestor calificado.</p> <p>Se evita que las aguas resultantes del lavado del hormigón de equipos de preparación de las mezclas, tengan como destino final el suelo o los cauces naturales.</p> <p>En caso de que la mezcla se realice directamente sobre el suelo, el área de preparación del hormigón está rodeada de un borde de contención de un mínimo de 20 cm de altura.</p> <p>Cualquier derrame de mezcla durante la preparación o transporte del hormigón, es removido inmediatamente para restablecer las condiciones preexistentes del suelo y/o la vegetación</p> <p>El contratista deberá ejecutar un plan de cierre de las áreas utilizadas para la preparación del hormigón, aplicando medidas de restauración del sitio empleado.</p>	Construcción / Operación y mantenimiento
Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por el proceso de colocación de la carpeta asfáltica.	Contratista	<p>Los restos de asfalto son retirados de los frentes de trabajo y trasladados hasta una escombrera autorizada por la A.Z.Q</p> <p>Cualquier derrame de mezcla durante la preparación o transporte del asfalto, ha sido removido inmediatamente para restablecer las condiciones preexistentes del suelo y/o la vegetación.</p>	Construcción / Operación y mantenimiento
Aplicación de acciones encaminadas a enfrentar los diferentes impactos generados por el mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada durante la construcción del proyecto vial.	Contratista	<p>Está totalmente prohibido el lavado de equipos y maquinaria en el sitio de obra.</p> <p>El mantenimiento y/o reparación de la maquinaria se lo hace sobre superficies impermeabilizadas que permiten la recolección de grasas y lubricantes de desecho. Los residuos que se generan en esta área se almacenan en recipientes herméticos debidamente etiquetados, los cuales se gestionan conforme se señala en el Programa de Manejo de Residuos.</p> <p>Los cambios de aceite de la maquinaria se realizan cuidadosamente, disponiéndose el aceite de desecho en contenedores para su inmediata entrega a un gestor calificado.</p>	Construcción / Operación y mantenimiento

Continúa...

Tabla 77. Resumen del P.M.A

Continuación...

Acción	Responsabilidad	Medio de verificación	Fase de aplicación
Aplicación de acciones encaminadas a prevenir y controlar la contaminación del suelo	Contratista	Se evita la compactación de aquellos suelos donde no es necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales requeridos en la construcción. Se previene y evitan derrames de hidrocarburos, aceites, grasas y otras sustancias contaminantes. En caso de darse derrames, el área afectada es inmediatamente recuperada.	Construcción / Operación y mantenimiento
Mantenimiento de tránsito	Contratista	Se emplea señalización durante todo el tiempo que dure la vía. La señalización es horizontal y cumple con las normas establecidas en el libro de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP 001-F-2002,	Construcción / Operación y mantenimiento
Manejo de residuos	Contratista	Letrina instalada en bodega Recipientes de basura instalados	Construcción / Operación y mantenimiento
Contingencias	Contratista	Listado de personas capacitadas	
Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Contratista	Elementos de protección entregados Listado de personas capacitadas Señalización implementada	Construcción / Operación y mantenimiento
Concienciación ambiental	Contratista	Listado de personas capacitadas	Construcción / Operación y
Áreas intervenidas	Contratista	Metros cuadrados de Área recuperada	Construcción

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.13 Cronograma de actividades para la implementación del P.M.A

Tabla 78. Cronograma actividades P.M.A

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL													
PROGRAMAS DE MANEJO	TIEMPO EN MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Programa de Prevencion y Mitigacion de Impactos													
Programa de Manejo de Residuos Solidos													
Programa de Monitoreo y Seguimiento													
Programa de Contingencias													
Programa de Rehabilitacion de Areas Afectadas	Quando se presente alguna afectacion se procedera con la aplicación del programa												
Programa de Relaciones Comunitarias													
Programa de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial													
Programa de Capacitacion													
Programa de Abandono y Cierre de Operaciones	Quando se termine la operación del proyecto												

Fuente: Ministerio del Ambiente

4.14 Cronograma valorado de la Av. Padre Carollo

Tabla 79. Cronograma valorado P.M.A

CRONOGRAMA VALORADO (PAVIMENTO FLEXIBLE)																
IMPACTOS AMBIENTALES. FASE DE CONSTRUCCION																
Rubro	Cantidad	Precio	Precio	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	%
Fiscalizador Ambiental	1.00	15600.00	15600.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	1300.00	100.00
Agua para control de polvo.	5,000.00	3.85	19,250.00			2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89	2,138.89		100.00
Cintas plásticas de seguridad	6,434.40	0.82	5,276.21	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66	479.66		100.00
prensa (1/4 de pagina)	2.00	1,700.00	3,400.00	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09	309.09		100.00
Charlas de concientización	2.00	247.14	494.28	123.57	123.57	123.57	123.57									100.00
Instructivos o Trípticos	200.00	0.80	160.00	40.00	40.00	40.00	40.00									100.00
Volantes	200.00	0.25	50.00	25.00	25.00											100.00
Afiches Informativos.	100.00	2.51	251.00	125.50	125.50											100.00
Area sembrada	5,362.00	2.78	14,906.36								2,981.27	2,981.27	2,981.27	2,981.27	2,981.27	100.00
INVERSION			44,481.49	2,402.82	2,402.82	4,391.21	4,391.21	4,227.64	4,227.64	4,227.64	4,227.64	4,227.64	4,227.64	4,227.64	1,300.00	
AVANCE PARCIAL EN %				5.40%	5.40%	9.87%	9.87%	9.50%	9.50%	9.50%	9.50%	9.50%	9.50%	9.50%	2.92%	
INVERSION ACUMULADA				2,402.82	4,805.63	9,196.84	13,588.04	17,815.68	22,043.31	26,270.95	30,498.58	34,726.22	38,953.85	43,181.49	44,481.49	
AVANCE ACUMULADO EN %				5.40%	10.80%	20.68%	30.55%	40.05%	49.56%	59.06%	68.56%	78.07%	87.57%	97.08%	100.00%	

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiquinga

4.15 Cronograma valorado - operación de la Av. Padre Carollo

Tabla 80. Cronograma valorado P.M.A

CRONOGRAMA VALORADO (PAVIMENTO FLEXIBLE)																
IMPACTOS AMBIENTALES. FASE DE OPERACIÓN A PARTIR DE SEGUNDO AÑO																
Rubro	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	% Total
Charlas de concientización	2.00	247.14	494.28			123.57			123.57			123.57			123.57	100.00
Control de ruido por maquinarias	4.00	600.00	2,400.00			600.00			600.00			600.00			600.00	100.00
Control contaminación aire	2.00	1,000.00	2,000.00						1,000.00						1,000.00	100.00
INVERSION			4,894.28	0.00	0.00	723.57	0.00	0.00	1,723.57	0.00	0.00	723.57	0.00	0.00	1,723.57	
AVANCE PARCIAL EN %				0.00%	0.00%	14.78%	0.00%	0.00%	35.22%	0.00%	0.00%	14.78%	0.00%	0.00%	35.22%	
INVERSION ACUMULADA				0.00	0.00	723.57	723.57	723.57	2,447.14	2,447.14	2,447.14	3,170.71	3,170.71	3,170.71	4,894.28	
AVANCE ACUMULADO EN %				0.00%	0.00%	14.78%	14.78%	14.78%	50.00%	50.00%	50.00%	64.78%	64.78%	64.78%	100.00%	

Elaboración: Andrea Elizabeth Sangoluisa Llumiyinga

CAPÍTULO 5

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

5.1 Introducción

5.1.1 Aspectos generales.

Se han desarrollado los estudios definitivos del proyecto Av. Padre Carollo, localizados en la ciudad de Quito en el Sector Sur-Este, parroquia de Turubamba.

Como parte de estos estudios, se ha ejecutado la caracterización topográfica de los diferentes sitios considerados para la implantación de las obras que componen este proyecto, de manera que los estudiantes cuenten con la información cartográfica y topográfica que sustente de manera adecuada sus diseños y se correspondan a la realidad del terreno.

Todos los trabajos referidos a la Cartografía y Topografía, fueron georeferenciados y enlazados horizontalmente, al vértice determinado por la EPMAPS en su “Red geodésica en el entorno de los proyectos”

La red base de control topográfico está constituida por hitos ubicados a lo largo de la zona del proyecto, enlazados verticalmente con un punto de control vertical de la EPMAPS localizado en el sector de Turubamba.

La proyección seleccionada para la determinación de coordenadas del proyecto es la U.T.M. y el Datum es el WGS-84.

5.1.2 Objetivo.

El objetivo del presente estudio topográfico, consistió en proveer a los diseñadores del proyecto vial; de las herramientas cartográficas y topográficas, que permitan ejecutar diseños acordes con la realidad del terreno y factibles de ser construidos en esas condiciones morfológicas.

En el estudio consta la descripción de toda la información disponible, obtenida para los estudios y diseños del proyecto Av. Padre Carollo.

5.1.3 Trabajos realizados.

Para el proyecto Av. Padre Carollo, se ejecutaron los estudios o levantamientos topográficos de los sitios en donde se encuentran implantadas las siguientes obras:

- Levantamiento de la faja topográfica.
- Cruce de quebrada El Conde
- Detalles de viviendas
- Calles y avenidas con sus respectivos bordillos, pozos de alcantarillado, sumideros.
- Postes.
- Construcción y nivelación geométrica del polígono base.

5.1.4 Información referencial disponible.

Durante la fase de factibilidad de los estudios, se recopiló toda la información cartográfica y topográfica disponible y se obtuvo información adicional a base de trabajos de campo y gabinete que constituyen la información básica y referencial para la elaboración de los estudios y diseños definitivos.

5.1.5 Cartografía.

El proyecto Av. Padre Carollo dispone de información cartográfica básica elaborada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) consistente principalmente de mapas a escalas pequeñas y cartas topográficas a escalas 1:50 000.

Los mapas obtenidos para los estudios del proyecto son los siguientes:

- Se dispuso de 2 cartas (Quito y Amaguaña) de la zona del proyecto Av. Padre Carollo a escala 1: 50 000

- En la fase de prefactibilidad se escanearon las 2 cartas mencionadas anteriormente.
- En la fase de prefactibilidad del estudio, se elaboró la restitución aerofotogramétrica expeditiva a fin de obtener la cartografía a escala 1:5 000 de una franja del proyecto con una extensión de 807.7 ha.
- En el Plano de Topografía de Restitución, se presentó el área general de toda la zona restituida a escala 1:5000.

El producto obtenido de la restitución aerofotogramétrica, consiste en archivos digitales en 3D, en los cuales están caracterizadas curvas de nivel, información planimétrica y otros detalles identificables en la fotografía como accidentes hidrográficos principalmente ríos, quebradas, vías y toponimia de Carta Nacional, a la fecha de toma de las fotografías aéreas.

El archivo DWG resultante, se encuentra estructurado por colores y capas, y la restitución fue realizada en la proyección UTM Zona 17S, elipsoide WGS-84. El restituidor digital utilizado fue el DVP GEOMATIC SYSTEMS y para la edición se utilizó Micro Station v 8.1. Datem Capture

5.1.6 Fotografías aéreas.

La zona del proyecto cuenta con fotografía aérea tomada por el IGM para la carta nacional; con puntos de control aerotriangulados. La administración zonal Quitumbe, procedió a adquirir del I.G.M las fotografías aéreas de la carta nacional.

El material fotográfico 1: 60 000, para la restitución expeditiva 1: 5 000, incluyó los respectivos puntos de foto-control, a razón de dos puntos por cada fotografía. Para la utilización de este material fotográfico se partió de la consideración que, al ser elaborado por el IGM, cumple con normas técnicas y es válido para desarrollar la cartografía del proyecto.

5.1.7 Red geodésica de control horizontal.

En la etapa de pre-factibilidad del proyecto, se identificó el vértice que se encuentra ubicado en la Calle J, partiendo desde la Av. Pedro Vicente Maldonado, aproximadamente unos 1500 m hacia el Sur – Oriente, en dirección a la fábrica NOVA – ACERO, la placa se encuentra en el atrio exterior de la Iglesia San Juan de Turubamba

5.1.8 Red de control vertical.

La EPMAPS dispone de red nacional de control vertical a la que fueron enlazados los vértices de la red base del proyecto.

Para realizar el enlace vertical mencionado, se partió de un punto de control de la línea de nivelación de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento en el barrio San Juan de Turubamba y desde este punto, se acarreó la información de cota hasta los vértices construidos en la zona del proyecto.

En el anexo 19 se presentan las monografías del IGM, correspondientes a los vértices de control horizontal y vertical descritos en párrafos anteriores.

5.1.9 Puntos de control (PDC).

Una vez establecida y comprobada la red base de control horizontal y vertical del proyecto, se procedió al levantamiento topográfico de 6 puntos localizados a lo largo del proyecto Av. Padre Carollo.

En la tabla 81 se presentan los datos de coordenadas y cotas de cada uno de estos puntos denominados GPS-A al GPS-B. La determinación de coordenadas y cotas de cada uno de estos puntos se realizó utilizando una estación total, a partir de los vértices GPS de la red base.

Tabla 81. Puntos de control del proyecto

Puntos GPS				
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción
1	9965880.716	496414.699	3014.257	GPS-A
2	9965636.046	496446.779	3022.567	GPS-B
3	9963425.456	496714.029	3007.097	GPS-C
4	9963531.956	496840.329	3024.717	GPS-D
5	9960872.446	496023.339	3016.687	GPS-E
6	9960760.526	496321.039	3035.177	GPS-F

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

5.2 Red base de topografía

5.2.1 Hitos de la red en la zona del proyecto.

La red base de control topográfico, está conformado por mojones de hormigón simple cilíndrica de altura 30 cm y diámetro de 20 cm, de los cuáles 28 cm están embebidos en el terreno y los 2 cm restantes se encuentran sobre la superficie del terreno.

En el área del proyecto, inicio de la avenida, se colocaron 2 clavos de acero en las losas de los tanques de agua del barrio El Vergel.

En general se seleccionaron 6 sitios, en cada uno de los cuales se construyeron 2 hitos. Estos se denominaron GPS-A al GPS-B, y se utilizaron como alineaciones de partida y puntos de control para los trabajos topográficos ejecutados en esta fase de estudio del proyecto.

5.2.2 Ajuste de la red GPS.

En la etapa de factibilidad se realizó el posicionamiento con receptores de simple frecuencia de los vértices de la red base GPS del proyecto Av. Padre Carollo.

El resultado de este nuevo posicionamiento, se presentó a la Administración Zonal Quitumbe, posteriormente, y con propósito de unificar el sistema de coordenadas del

proyecto Av. Padre Carollo, se enlazo al hito de la EPMAP ubicado en la parte frontal del patio de la Iglesia del barrio San Juan de Turubamba.

5.2.3 Enlaces horizontales GPS de precisión.

La determinación de las coordenadas UTM de la red base GPS del proyecto Av. Padre Carollo, se realizó utilizando receptores GPS de simple frecuencia, por el método estático; inicialmente se enlazó a la Red Nacional de la EPMAPS, en el vértice QUI-SJT-001.

El cálculo se realiza considerando a todos los vértices como elementos de una sola red y los resultados se ajustan a las precisiones admisibles para trabajos topográficos, los datos de coordenadas y cota de los vértices QUI-SJT-001, es fijado tanto horizontal como verticalmente, para el procesamiento de la red. Posteriormente se entrega un nuevo listado de coordenadas para los vértices de la red GPS base del proyecto.

El equipo utilizado tiene precisión centimétrica, según el fabricante, y se ha verificado que en el momento de la medición se estuviera recibiendo la señal de por lo menos 8 a 10 satélites de manera simultánea en cada uno de los vértices posicionados con este equipo.

En el anexo 20, adjunto al presente informe, constan las monografías de cada uno de los vértices de la red GPS.

5.2.4 Enlaces verticales.

Con la finalidad de contar con información cartográfica y topográfica georeferenciada verticalmente, se procedió a enlazar el proyecto a la red base de la EPMAPS, por medio de nivelación geométrica de precisión; para lo cual, se partió del hito QUI-SJT-001 de la línea de nivelación Quitumbe de la Empresa Pública Metropolitana de Agua potable y Saneamiento.

El vértice que se encuentra ubicado en la Calle J, partiendo desde la Av. Pedro Vicente Maldonado, aproximadamente unos 1500 m hacia el Sur – Oriente, en dirección a la fábrica NOVA – ACERO, la placa se encuentra en el atrio exterior de la Iglesia San Juan de Turubamba.

El error máximo admisible para el proceso de nivelación es de $\pm 0,010 \sqrt{k}$ en donde k es la longitud nivelada en circuito de ida y vuelta en kilómetros. En el anexo 21 se presentan los cálculos de esta nivelación de enlace y se registran los errores producidos en cada tramo nivelado.

Todos los errores de la nivelación realizada se enmarcan dentro del rango de precisión previsto, los cuales fueron corregidos de tal manera que el resultado obtenido refleja fielmente la ubicación vertical del proyecto, enlazado a la red de control horizontal de la EPMAPS.

5.2.5 Nivelación geométrica de la red base de topografía.

La componente vertical de cada uno de los vértices de la red GPS fue determinada mediante nivelación geométrica de precisión, a partir del vértice QUI-SJT-001, localizado en la Calle J, partiendo desde la Av. Pedro Vicente Maldonado, aproximadamente unos 1500 m hacia el Sur – Oriente, en dirección a la fábrica NOVA – ACERO, la placa se encuentra en el atrio exterior de la Iglesia San Juan de Turubamba.

El error máximo admisible es de $\pm 0,010 \sqrt{k}$ en donde k es la longitud nivelada en circuito de ida y vuelta en kilómetros y el error máximo obtenido es de 5 mm, cumpliendo la precisión exigida.

5.2.6 Datos característicos de la red base de topografía.

Una vez realizados los enlaces tanto horizontal como vertical, es decir, contando con valores de coordenadas enlazados a la red geodésica y con valores de cotas enlazados a la Red Nacional de la EPMAPS, a partir de estos datos se procede a la

caracterización topográfica de los distintos sectores seleccionados por los diseñadores para dar cabida a las obras del proyecto.

5.3 Levantamientos topográficos

5.3.1 Generalidades.

Los levantamientos topográficos fueron realizados en función de los requerimientos de los estudios de diseño y de las investigaciones de campo y fueron enlazados horizontal y verticalmente a los vértices de control topográfico de la zona.

El área de los levantamientos fue determinada considerando los requerimientos de la superficie de implantación a ser utilizada por las obras con la consiguiente disponibilidad adicional a fin de atender la optimización de la ubicación de la obra tomando en cuenta las posibles variantes debidas a aspectos hidrológicos, geotécnicos o de riesgo natural a los cuáles puede estar sujeta una obra.

Para el levantamiento se procedió a establecer un polígono cerrado con estación total, cuyos errores máximos admisibles son: error angular 5" por cada vértice que conforma la poligonal y error en distancia, 1 m por cada 5 km de longitud horizontal de la poligonal, de acuerdo a las precisiones establecidas con normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Todos los equipos utilizados para los levantamientos y perfiles topográficos son electrónicos de última tecnología, contándose con niveles electrónicos - automáticos, estaciones totales y receptores GPS de simple frecuencia.

En el anexo 22 se adjunta los puntos del levantamiento topográfico, de la faja que tiene un ancho de 50 m, la cual tiene una longitud de 25 m a cada lado.

Los puntos fueron procesados en gabinete, teniendo en cuenta que hubo depuración de los mismos, es decir verificación de información respecto a cotas, y detalles, como viviendas, vías existentes, cauces naturales, cerramientos, postes de luz, pozos de alcantarillado, gradas, taludes naturales.

Se realizó un levantamiento detallado de la quebrada El Conde, la misma se realizara el correspondiente estudio hidrológico para la superación de la falla topográfica en mención.

5.3.2 Trabajos topográficos por etapas.

En una etapa inicial y como se dijo anteriormente en base a las dos cartas topográficas se realizaron los estudios correspondientes para verificar si el proyecto es viable y obtener la información necesaria, para ejecutar los trabajos referidos al proyecto, en las cuales se trazaron varias alternativas para la selección de ruta, obteniendo de esta manera un eje o alternativa definitiva que fue aprobada por su mejor funcionamiento en base a factores económicos y que permite el cumplimiento de normativas.

En la etapa de factibilidad, y mediante restitución con una faja de 500 m a cada lado, se realizó la verificación de la alternativa seleccionada, mediante un trazado tanto en horizontal como en vertical, para proceder a verificar si el trazado es acorde y viable con las necesidades del sector.

En la etapa definitiva se realizó un levantamiento topográfico con una faja de 25 m a cada lado, dentro de la misma se encuentra detallado de todo el sector en estudio, detalles y fallas topográficas como la quebrada El Conde.

Con la faja en mención se procede al diseño definitivo en trazado horizontal, para obtener un perfil del mismo y realizar el diseño vertical, para lo cual una vez verificado y aprobado el eje en planta se obtiene los datos de Replanteo, mediante el uso del software vial.

Los datos obtenidos en un principio fueron coordenadas del eje cada 20 m en tangentes y 10 m en curvas, debido a que se tiene longitudes grandes de curva y los radios son amplios, se obtuvieron reportes cada 20 m a lo largo del eje tanto en curvas como en tangentes, En el anexo 23 se adjunta los datos de replanteo.

5.3.3 Planos topográficos.

De los trabajos de cartografía y topografía mencionados anteriormente se puede visualizar en el volumen de planos, para lo cual se ha procedido a la realización de planos en la etapa inicial en escala 1:25000.

En la etapa de factibilidad la faja de restitución se encuentra en escala 1:5000, en la etapa definitiva se encuentran laminas realizadas en escala 1:1000.

CAPÍTULO 6

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA E INTERSECCIONES A NIVEL

6.1 Características para la definición del trazado

El objetivo específico de este estudio es realizar los diseños de una vía que permita una mejor organización territorial y un tránsito vehicular fluido al atravesar el sector sur de la ciudad Quito, y una mejor conexión entre los barrios de Quitumbe y San Juan de Turubamba, mediante una vía de 4 carriles que formará parte de las vías urbanas de la ciudad de Quito, mejorando la infraestructura vial del sector, para lograr homogeneidad en el tráfico vehicular, en condiciones de seguridad y comodidad, fundamentalmente adoptando características geométricas para una carretera colectora de 1er orden, en una topografía montañosa, utilizando los criterios que la práctica de ingeniería vial que es de conseguir un proyecto que garantice un óptimo nivel de servicio.

Adicionalmente el objetivo del informe es cumplir con lo señalado por los términos de referencia en cuanto a contar con parámetros necesarios y suficientes para la ejecución de la vía.

6.2 Criterios de diseño

Se ha tratado de mantener el criterio de proveer de una avenida en la ciudad de Quito de tal forma que se provea de una vía que permita trasladarse en forma más eficiente y segura, procurando al mismo tiempo dar soluciones de ingreso a los barrios de Quitumbe y San Juan de Turubamba y sus alrededores, manteniendo los alineamientos y todos los elementos del trazado de conformidad con el tipo de vía que se está diseñando, es decir, de una vía Clase I (según la clasificación del (ASTE C T. &., 2003, págs. 2-R)).

En la tabla 82, se indica las características geométricas mínimas para el diseño de carreteras, de acuerdo a la clase de vía en estudio.

Tabla 82. Características geométricas mínimas para el diseño de carreteras

Normas	Clase I : 3000 - 8000 TPDA					
	Recomendable			Absoluta		
	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70
Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415
Peralte	Máximo 10%					
Coeficiente "K" para:						
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13
Gradiente longitudinal máxima	3	4	6	3	5	7
Gradiente longitudinal mínima	0.50%					
Ancho de pavimento (m)	7.3			7.3		
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica y hormigón					
Ancho de espaldones estables (m)	3	2.5	2	2.5	2	1.5
Gradiente transversal para pavimento (%)	2.00					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.00 - 4.00					

Fuente: MOP - Normas de Diseño Geométrico, 2003

En la etapa preliminar del presente estudio, se realizaron alternativas, de las cuales se han ido modificando de acuerdo a las solicitudes del director de trabajo de titulación y de la administración zonal Quitumbe, obteniendo de esta manera el eje definitivo, el cual cumple con las normas de diseño y requerimientos del tutor de trabajo de titulación y de la administración zonal Quitumbe.

El trazado geométrico combina tangentes y curvas circulares, con sus correspondientes sobre anchos y peraltes, para obtener seguridad y confort dentro de las condiciones generales de la carretera y de acuerdo a la velocidad de diseño del proyecto.

En el anexo 24 (Estudio de trazado y diseño geométrico vial definitivo), se muestra un resumen del alineamiento del eje propuesto en planta, en esta tabla se observan las longitudes de tangentes intermedias, los radios de giro de las curvas horizontales (10 Circulares), que se han diseñado y los sitios donde se implantarán y que se incluyen en el trazado definitivo del proyecto.

Una vez definido el tipo de terreno, se procedió al diseño definitivo de todo el eje horizontal, de tal forma que reúna las mejores características, optimizando el trazado

geométrico mediante el uso del Programa vial, ajustándose al diseño horizontal preliminar de la vía.

6.3 Trabajos de campo y gabinete definitivo

6.3.1 Actividades de campo.

De conformidad con los términos de referencia de los estudios, una vez aprobado el trazado preliminar de la vía, se procedió a ejecutar los trabajos de campo definitivos para materializar el eje propuesto.

Se procedió al replanteo de la carretera, obtención de faja topográfica de 25 m de ancho en promedio a cada lado al eje de la vía, topografía auxiliar de las zonas pobladas, y demás puntos relevantes del terreno (quebrada El Conde), dejando materializadas las referencias de todos los puntos importantes de la vía.

Se recabó la información necesaria que permita identificar y clasificar los diferentes problemas, para un correcto manejo de las soluciones. Entre los problemas observados de las condiciones operativas de la vía, podemos mencionar:

- En el inicio del proyecto, abscisa 0+000.000 se tiene el empate con una vía recién conformada para lo cual se ajustó en trazado tanto horizontal como en vertical para no afectar las viviendas existentes, ni la rasante de la misma
- Por la inclusión del puente ubicado entre las abscisas 0+344.222 y 0+394.222, al tener viviendas entre el inicio 0+000.000, hasta la abscisa 0+210.000 y estar conformada una vía perteneciente a un conjunto habitacional entre las abscisas 0+500.000 a 1+500.000, en el diseño vertical se tuvo que hacer pequeñas modificaciones, en gradientes y a su vez tratando de cumplir con las normas del MOP 2003, para dar soluciones, por lo que se tiene una gradiente longitudinal de -7.06%, debido a que la norma nos permite aumentar 2% la gradiente longitudinal.
- Al tener un ancho de afectación definido por la administración zonal Quitumbe, se ha desplazado el eje del proyecto en varias zonas del proyecto dentro de la faja existente, de las que se mencionan a continuación:

- Entre las abscisas 1+620.000 y 1+670.000, se afecta una parte de la zona recreativa (parque), sector del barrio Músculos y Rieles.
- Entre las abscisas 3+280.000 y 3+460.000, sector del barrio La Florida, se afecta parte del cerramiento del conjunto habitacional "Ciudad Jardín", que con el consentimiento y aprobación de la administración zonal Quitumbe y el director de trabajo de titulación se ha efectuado una pequeña variación al trazado inicial.

En tal virtud y tomando en cuenta la naturaleza del proyecto y la topografía del sector se definen parámetros mediante los cuales se da cumplimiento a lo establecido, mediante los cuales se asegura el óptimo aprovechamiento de los espacios y el correcto diseño apeándose siempre a las siguientes condiciones:

- Las secciones típicas en corte, relleno y mixtas, deben cumplir con las normas de diseño establecidas por el MOP para carreteras.
- Por la clasificación funcional en la red estatal y con los justificativos que se presentan en el estudio de tráfico.
- La clasificación es coincidente con las proyecciones del TPDA para el año final del período de diseño, esto es el 2033.

6.3.2 Trabajos de oficina.

A fin de optimizar el diseño geométrico y el estudio en general, se procede con las siguientes actividades principales:

- Revisión de libretas de campo para control direccional y altimétrico del eje replanteado.
- Cálculo de azimut y coordenadas para el dibujo del eje replanteado y de la faja topográfica actualizada en base a la nivelación del eje.
- Dibujo de planta y perfil longitudinal.
- Optimización del proyecto vertical, en base a las recomendaciones geotécnicas, optimizándose los cortes y rellenos de una manera iterativa obteniéndose volúmenes de movimiento de tierras, las secciones transversales.

- Cálculo definitivo de movimientos de tierras y ordenadas de la curva de masas, en base a las secciones transversales obtenidas en gabinete, a la geometría de la sección típica, y los taludes recomendados en el estudio geológico-geotécnico.
- Obtención de las distancias y cotas para las laterales de la vía.
- Ubicación y listado de obras de defensa y sostenimiento (muros), así como de las obras de arte menor (alcantarillas).
- Cálculo de cantidades de obra para terracería, drenaje, calzada y misceláneos.
- Elaboración del presupuesto y cronograma definitivo de construcción.

6.4 Normas de diseño

Conforme al convenio, para este estudio, las normas, especificaciones y valores de diseño adoptados se encuentran basados en los documentos siguientes:

- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-001-E-2003
- Normas de diseño MOP –001-E-1974.
- Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-001-F-2002.
- Disposiciones generales. Normas especiales para estudios de suelos y geología MOP-1976.

El trazado corresponde a una vía de tipo: Clase colectora de 1er orden, de acuerdo a los parámetros determinados, respecto de la geometría y para el tipo de terreno: montañoso a lo largo de todo el tramo, considerando además la dependencia directa de la pendiente transversal del terreno. (ASTECH T. &., 2003, págs. 2-R)

Se ha utilizado las especificaciones del MOP de manera de garantizar un buen trazado geométrico, esto es, proveer de adecuadas distancias de rebasamiento, de frenado, de visibilidad y longitud de transición del peralte y sobre ancho.

Los parámetros de diseño geométrico disponen que si el TPDA fluctúa con valores mayores a 8000 vehículos diarios, la carretera deberá ser diseñada con características

geométricas correspondientes a una vía colectora de 1er orden (ASTECC T. &., 2003, págs. 2-R).

Al observar el estudio de tráfico, se deduce que el volumen de vehículos proyectados hasta el año 2033 (según el período de diseño), fluctúa entre estos valores, justificando entonces el dimensionamiento de este tramo de vía. En la siguiente tabla se muestra resultados del Tránsito promedio diario anual asignado para la avenida.

Tabla 83. Proyección del tráfico promedio diario anual asignado al proyecto

Tráfico promedio diario anual (TPDA)									
Proyección del TPDA asignado al proyecto									
Año	Autos	Jeeps	Camioneta y furgoneta	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	TPDA
2013	6378	2159	3750	843	1290	134	39	111	14704
2014	6884	2331	4048	859	1313	136	39	113	15723
2015	7431	2516	4370	874	1337	139	40	115	16821
2016	7857	2660	4620	886	1356	141	41	116	17676
2017	8422	2851	4953	901	1378	143	41	118	18808
2018	9029	3057	5310	916	1401	146	42	120	20020
2019	9679	3277	5692	931	1425	148	43	121	21316
2020	10376	3513	6102	947	1448	150	43	123	22703
2021	10134	3431	5960	953	1458	151	44	125	22256
2022	10738	3636	6315	968	1480	154	44	127	23461
2023	11378	3852	6691	982	1503	156	45	129	24737
2024	12056	4082	7090	998	1526	159	46	131	26087
2025	12775	4325	7513	1013	1549	161	46	133	27516
2026	11163	3779	6564	1004	1535	160	46	132	24383
2027	11654	3945	6853	1017	1556	162	47	134	25368
2028	12167	4119	7155	1031	1577	164	47	135	26395
2029	12702	4300	7470	1045	1598	166	48	137	27466
2030	13261	4489	7798	1059	1620	168	49	139	28584
2031	13844	4687	8141	1073	1642	171	49	141	29749
2032	14453	4893	8500	1088	1664	173	50	143	30964
2033	15089	5109	8874	1103	1687	175	51	145	32231

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

En el acceso al puente, la vía deberá desarrollar las aproximaciones necesarias, por lo cual se ha previsto realizar rellenos para llegar a nivel de rasante, para obtener la pendiente longitudinal adecuada, que cumpla con las normas.

En general, el trazado resultante se adapta muy bien a las condiciones del terreno y se lo clasifica dentro de las características geométricas antes mencionadas para los tramos respectivos, de acuerdo al objetivo, las necesidades y condiciones topográficas.

Sin duda el principal objetivo es trazar una vía de alta capacidad con niveles de servicio, parámetros de velocidad de circulación y tiempo de recorrido óptimos, disminuyendo las interrupciones de tránsito y facilitando la libertad de manejo, seguridad, comodidad, y costos de operación.

6.5 Definición de elementos que forman parte de la geometría de la vía

Aplicando los ábacos, se elaboraron las tablas para el diseño del peralte, para los diferentes radios de curvatura y diferentes velocidades de diseño, de acuerdo al tramo de la vía.

Al existir diferentes tramos homogéneos, de propiedades similares, los parámetros como peralte y sobre anchos, se han definido de acuerdo a las condiciones específicas de cada tramo, siguiendo las normas aplicadas en el manual, donde se indica por ejemplo que “Para velocidades iguales a 50 km/h, y para radios igual a 80 m, el peralte máximo será de 10,0 %. Para radios de curvatura horizontal igual o mayores a 800 m, no es necesario peraltar la sección transversal de la vía”. (ASTEC T. &., 2003, págs. 2-R)

En la siguiente tabla, se tiene los ábacos correspondientes para peraltes y sobreanchos de acuerdo a los radios establecidos en el trazado horizontal.

Tabla 84. Cuadro de peraltes y sobreanchos

Cuadro de peraltes, sobreanchos y longitudes X, L para el desarrollo					
Carretera de 2 carriles - ancho de vía 7,30 m					
Velocidad de diseño (Kph)	40	Gradiente Longitudinal	0,70		
Ancho de vía (m)	7,30	Pendiente de la vía (%)	2,00		
		Peralte máximo (%)	10,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreancho (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
50	10,0	1,20	10	52	
75	8,9	0,79	10	46	56
80	8,6	0,73	10	45	54
100	7,8	0,57	10	41	47
110	7,4	0,51	10	39	44
115	7,2	0,48	10	38	43
150	5,8	0,34	10	30	33
160	5,5	10	10	29	29
200	4,4	10	10	23	23
210	4,2	10	10	22	22
250	3,5	10	10	18	18
300	3,0	10	10	16	16
350	2,6	10	10	14	14
400	2,3	10	10	12	12
460	C.P	10	10	10	10
500	S.N				
S.N = Sección Normal			C.P = Curva con Peralte		

Continúa...

Tabla 84. Cuadro de peraltes y sobreeschancos

Continuación...

Velocidad de diseño (Kph)	50	Gradiente Longitudinal	0,65		
Ancho de vía (m)		Pendiente de la vía (%)	2,00		
		Peralte máximo (%)	10,00		
Radio (m)	Peralte (%)	Sobreeschanco (m)	Longitud X (m)	Longitud de transición L (m)	
				Mínima	Máxima
80	10,0	0,85	11	56	69
110	9,1	0,61	11	51	60
115	8,9	0,58	11	50	58
150	7,9	0,43	11	44	50
160	7,7	0,40	11	43	48
200	6,6		11	37	37
210	6,4		11	36	36
250	5,5		11	31	31
300	4,7		11	26	26
350	4,1		11	23	23
400	3,6		11	20	20
460	3,2		11	18	18
500	2,9		11	16	16
600	2,5		11	14	14
700	2,1		11	12	12
750	C.P		11	11	11
800	S.N				
S.N = Sección Normal		C.P = Curva con Peralte			

Fuente: MTOP Normas de Diseño 2003

6.6 Velocidad de diseño y de circulación

Es la máxima velocidad a la que se puede circular con seguridad y comodidad en una vía, con este parámetro de diseño se fijan límites para los elementos del trazado de la carretera, de acuerdo a las normas. (ASTECH T. &., 2003, pág. 26)

La velocidad de circulación o recorrido es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de la carretera, ya que es una medida de la calidad del servicio que la carretera proporciona a los usuarios, constituyéndose en el parámetro más importante en el diseño. La velocidad de circulación disminuye conforme aumenta el volumen de tráfico pero como se indicó anteriormente, la capacidad de la vía y el nivel de servicio están garantizados hasta el año final del proyecto. (LIMITA, 2008, pág. 75)

6.8 Proyecto horizontal

6.8.1 Diseño de curvas circulares.

Una vez fijada la velocidad de diseño, se procedió a revisar las características geométricas de las curvas existentes y a calcular los valores mínimos aceptables de radios de giro en función de los siguientes parámetros: (ASTECH T. &., 2003, pág. 33)

- Peralte máximo especificado en normas $e = 10\%$
- Coeficiente de fricción transversal para condiciones de seguridad “f” definida mediante la expresión:

$$f = 0.19 - 0.000626V$$

Coeficiente que depende directamente de la velocidad del vehículo expresada en km / h y cuyos valores recomendados se encuentran en la tabla 2.4 de (ASTECH T. &., 2003, pág. 36).

El Radio mínimo se define entonces mediante la expresión:

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

De donde se obtiene los valores mínimos especificados en la tabla 6.1 según el tipo de terreno, así: (ASTECH T. &., 2003, págs. 2-R)

Carretera Clase I	terreno llano	$R_{\min} = 350 \text{ m}$
Carretera Clase I	terreno ondulado	$R_{\min} = 210 \text{ m}$
Carretera Clase I	terreno montañoso	$R_{\min} = 110 \text{ m}$

Por efecto de que las llantas traseras de los vehículos no siguen exactamente las huellas de las llantas delanteras debe adicionarse al ancho de la calzada un

sobreancho que se obtiene gradualmente en el terreno desde los accesos a la curva, considerando sus transiciones.

En las curvas circulares el ensanchamiento se definirá en el borde interno del pavimento en la misma longitud que se desarrolla el peralte. En las curvas de transición o espirales se pondrá la mitad del sobreancho calculado al exterior y la mitad al interior de la curva que se desarrolla el peralte (ASTECA T. &., 2003, pág. 34).

La expresión para determinar el sobreancho es:

$$S = n \left[\frac{50}{R} + \frac{V}{(10R^{0.5})} \right]$$

Dónde: S = sobreancho
 n = número de carriles
 R = Radio de curvaturas
 V = Velocidad de diseño

En general para radios mayores de 200 m no será necesario colocar sobreancho debido a su pequeño valor.

En la tabla 82 se muestra las características geométricas de cada una de las curvas que se incluyen en el trazado definitivo de la carretera a reconstruir.

Av. Padre Carollo

Eje principal

Tabla 86. Datos de curva - circulares

DATOS DE CURVA																
PI	PC	PT	Giro	N	Delta			Alfa			Radio	Tangente	Lon. Curv	External	Sobreechancho	Peralte
0+173.358	0+139.747	0+206.813	DER	1	9°	36'	23"	9°	36'	23"	400.00	33.612	67.066	1.410	S.N	3.60
0+695.811	0+649.576	0+741.784	IZQ	2	10°	33'	58"	10°	33'	58"	500.00	46.235	92.208	2.133	S.N	2.90
1+093.925	1+009.314	1+176.583	IZQ	3	21°	17'	50"	21°	17'	50"	450.00	84.611	167.268	7.885	S.N	3.20
1+498.655	1+459.926	1+537.088	DER	4	12°	16'	51"	12°	16'	51"	360.00	38.729	77.162	2.077	S.N	4.00
2+169.332	2+148.661	2+189.963	IZQ	5	6°	13'	38"	6°	13'	38"	380.00	20.671	41.301	0.562	S.N	3.80
2+330.145	2+273.538	2+385.833	DER	6	17°	52'	20"	17°	52'	20"	360.00	56.607	112.295	4.423	S.N	4.00
2+718.530	2+682.562	2+754.412	DER	7	6°	51'	40"	6°	51'	40"	600.00	35.968	71.850	1.077	S.N	2.50
3+146.630	3+106.144	3+186.812	DER	8	12°	9'	47"	12°	9'	47"	380.00	40.486	80.668	2.151	S.N	3.80
3+844.193	3+765.312	3+922.174	IZQ	9	14°	58'	45"	14°	58'	45"	600.00	78.881	156.862	5.163	S.N	2.50
4+789.668	4+700.158	4+876.871	DER	10	22°	29'	59"	22°	29'	59"	450.00	89.510	176.713	8.816	S.N	3.20

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.8.2 Peralte de curvas.

Para carreteras primarias y secundarias, estos tipos de vías establece como peralte máximo diez por ciento (10%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos, los cuales causan el deslizamiento y volcamiento de los mismos.

6.8.2.1 Fricción transversal máxima ($f_{t\max}$).

Está determinada por numerosos factores, entre los cuales: el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos. Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por los estudios recientes de la AASHTO, los cuales se indican en la tabla 4 (ASTEC T. &., 2003, pág. 36).

Tabla 87. Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{t\max}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: MOP- Normas de Diseño 2003

6.8.3 Tangente intermedia mínima.

Como parte del diseño geométrico, al unir curvas horizontales consecutivas debe considerarse entre ellas una tangente intermedia con una longitud mínima que se establece en las normas, permitiendo adaptar el proyecto a las condiciones topográficas de la zona y condiciones de seguridad para que el vehículo que termina de circular en una curva se estabilice antes de entrar a la siguiente curva.

La tangente mínima que se establece en las normas está en función de la velocidad de proyecto que en nuestro caso es de 50 km/h para clase Colectora de 1er orden; se desarrollan con los siguientes valores: (ASTECC T. &., 2003, pág. 131)

Tabla 88. Longitud mínima de transición en función del peralte

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de borde %	Ancho de calzada (7.30 m (2 x 3.65 m))				Valor de la Longitud Tangencial			
		e				e			
		0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04
Bombeo -2%									
20	0.800								
25	0.775								
30	0.750								
35	0.725								
40	0.700		42	31	21		10	10	10
45	0.675		43	32	22		11	11	11
50	0.650		45	34	22		11	11	11
60	0.600	61	48	37	24	12	12	12	12
70	0.550	66	53	40	27	13	13	13	13
80	0.500	73	59	44	29	15	15	15	15
90	0.470	78	62	47	31	16	16	16	16
100	0.430	85	68	51	34	17	17	17	17
110	0.400	91	73	55	37	18	18	18	18
120	0.370	99	79	59	39	20	20	20	20

Fuente: MOP- Normas de Diseño 2003

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud mínima se determina según los siguientes criterios basados en (ASTECC T. &., 2003, pág. 131):

Tabla 89. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

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

Fuente: MOP- Normas de Diseño 2003

- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en la tabla anterior (V.2)
- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es decir:

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

Dónde:

V= Velocidad de diseño (Km/h) = 50 km/h

$L_{\min,c} = 28$ m para curvas circulares

En condiciones normales la tangente intermedia es la longitud en tramo recto que permite desarrollar tanto el peralte como el sobreancho $2/3$ de la longitud de transición de cada curva horizontal, pero en sitios de curvas circulares consecutivas difíciles de modificar por las condiciones topográficas y por la difícil definición del eje, se puede considerar que la tangente intermedia sea la distancia que permita desarrollar el 50 % del peralte en tramo recto (tangente) y 50 % en curva. Bajo esta consideración, las tangentes intermedias adoptadas en el proyecto cumplen los requisitos de las normas de diseño del trazado vial. (ASTECA T. &., 2003, pág. 135).

6.8.4 Sobreancho en curvas.

En curvas de radio reducido, según sea el tipo de vehículos comerciales que circulan habitualmente por la carretera, se debe ensanchar la calzada con el objeto de asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la calzada.

6.8.5 Distancia de visibilidad.

Una de las características más importantes que debe ofrecer el trazado de una carretera al conductor de un vehículo es la posibilidad de ver hacia adelante, tal que le permita realizar una circulación segura y eficiente. (LIMITA, 2008, pág. 78)

6.8.5.1 Distancia de visibilidad de parada (DP).

Se considera como distancia de visibilidad de parada de un determinado punto de una carretera, la distancia necesaria para que el conductor de un vehículo pueda detenerlo antes de llegar a un obstáculo que aparezca en su trayectoria al circular a la velocidad específica del elemento.

La longitud requerida para detener el vehículo será la suma de dos distancias: la distancia recorrida durante un tiempo de percepción y reacción y la distancia recorrida durante el frenado.

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción (adoptado en dos y medio segundos (2.5 s) para efectos del proyecto) se mide desde el momento en que se hace visible el obstáculo hasta el instante en que se aplican los frenos.

En esta distancia se supone que el vehículo circula con movimiento uniforme a la velocidad específica del elemento.

La distancia recorrida durante el frenado se mide desde la aplicación de los frenos hasta el momento en que el vehículo se detiene totalmente, circulando con movimiento uniformemente desacelerado con velocidad inicial igual a la velocidad específica del elemento.

El valor de la desaceleración asumida es tal que no implica el bloqueo de las llantas al realizar el trabajo de frenado, aun en condiciones de pavimento húmedo. Este estudio fue realizado por la AASHTO y presentado en el Manual de Diseño Geométrico de AASHTO – 2004.

La distancia de visibilidad de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante la siguiente expresión (LIMITA, 2008, pág. 80)

$$D_P = 0.278 \times V_e \times t + 0.039 \times \frac{V_e^2}{a}$$

Dónde:

DP: Distancia de Visibilidad de parada, en metros.

Ve: Velocidad Específica del elemento sobre el cual se ejerce la maniobra de frenado, en km/h.

t: Tiempo de percepción – reacción, igual a 2.5 s.

a: Rata de desaceleración, igual a 3.4 m/s²

6.8.5.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de adelantamiento, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra de adelantamiento.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, donde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto.

La distancia de visibilidad de adelantamiento, se determina como la suma de cuatro distancias, así: (LIMITA, 2008, pág. 85)

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Dónde:

- Da: Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.
- D1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.
- D2: Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril del sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.
- D3: Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en la dirección opuesta, en metros.
- D4: Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto (estimada en 2/3 de D2), en metros.

6.8.5.3 Distancia de visibilidad de cruce (DC).

La presencia de intersecciones rurales a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una y otra calzada. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser ampliamente reducida mediante la provisión adecuada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control adecuados.

El conductor de un vehículo que se aproxima por la calzada principal a una intersección a nivel, debe tener visibilidad, libre de obstrucciones, de toda la intersección y de un tramo de la calzada secundaria de suficiente longitud que le permita reaccionar y efectuar las maniobras necesarias para evitar una colisión.

La distancia mínima de visibilidad de cruce considerada como segura, bajo ciertos supuestos sobre las condiciones físicas de la intersección y del comportamiento del conductor, se halla relacionada directamente con la velocidad de los vehículos y las distancias recorridas durante el tiempo percepción - reacción y el correspondiente de frenado.

La distancia mínima de visibilidad de cruce necesaria a lo largo de la calzada principal se debe calcular mediante la siguiente expresión, (LIMITA, 2008, pág. 85)

$$d = 0.278 \times V_e \times (t_1 + t_2)$$

Dónde:

- d: Distancia mínima de visibilidad lateral requerida a lo largo de la calzada principal, medida desde la intersección, en metros.
- Ve: Velocidad Específica de la calzada principal, en km/h. (Corresponde a la Velocidad específica del elemento de la calzada principal inmediatamente antes del sitio de cruce).
- t1: Tiempo de percepción – reacción del conductor que cruza, adoptado en dos y medio segundos (2.5 s).
- t2: Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia S, cruzando la calzada principal, en segundos.

6.8.6 Recomendaciones y normas del alineamiento.

Los empalmes de curvas circulares corresponden a una curvatura constante, la cual es inversamente proporcional al valor del radio, del cual se obtiene los elementos para una curva circular, como son:

PI= Punto de cruce de dos tangentes que forman el empalme.

PC= Principio de curva.

PT= Principio de tangente.

Δ: Ángulo de deflexión en el PI, en grados o radianes.

N= Radio del arco circular, en metros.

LC= Longitud del arco circular, en metros.

T= Tangente del empalme, en metros.

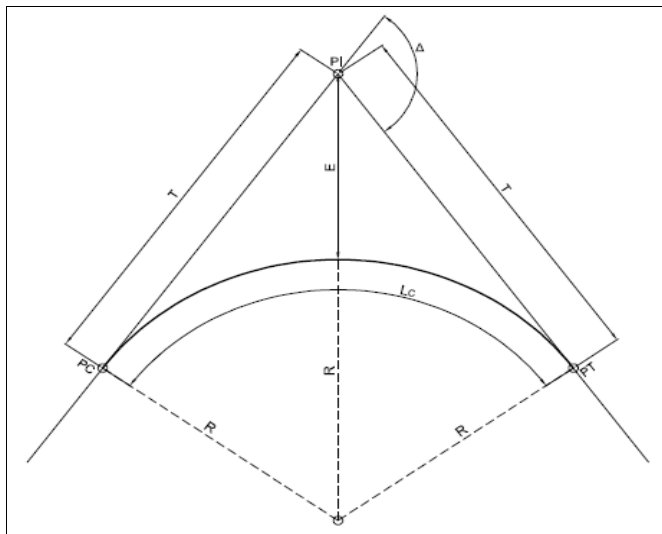


Figura 44. Elementos de una curva circular
Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

Tabla 90. Normas geométricas para el diseño de carreteras.



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

Fuente: MOP- Normas de Diseño 2003

6.8.7 Resumen del proyecto horizontal.

En la siguiente tabla se presentan los Puntos de Inflexión Horizontal (PIs- Horizontales), con sus respectivos datos de coordenadas y abscisas, los cuales se obtuvieron del trazado horizontal del eje en estudio.

Tabla 91. Puntos de inflexión horizontal

Numero	Abscisas	Norte	Este
Inicio	0+000.000	9966069.699	496444.095
1	0+173.358	9965896.409	496448.956
2	0+695.811	9965378.884	496376.225
3	1+093.925	9964980.908	496394.064
4	1+498.655	9964608.992	496558.593
5	2+169.332	9963951.683	496693.316
6	2+330.145	9963798.538	496742.516
7	2+718.530	9963409.234	496742.096
8	3+146.630	9962984.170	496690.484
9	3+844.193	9962324.666	496462.289
10	4+789.668	9961380.722	496394.512
Fin	5+411.121	9960823.016	496115.152

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

En la siguiente tabla se presenta los parámetros de diseño geométrico, resumiendo los datos del proyecto, obtenidos del eje definitivo en estudio.

Tabla 92. Parámetros de diseño geométrico

Parámetros de diseño	
Planta - perfil	
Abscisas	0+000.000 - 5+411.121
Longitud (m)	5411.121
Tipo de Terreno	Llano - Ondulado
Velocidad de diseño (Km/h)	50
Distancia de parada (m)	70
Distancia de rabasamiento (m)	415
Radio mínimo en curva (m)	110
Peralte máximo (%)	10
Pendiente longitudinal máxima (%)	7.06
Pendiente longitudinal mínimo (%)	0.29
Coeficiente K curvas verticales cóncavas	13
Coeficiente K curvas verticales convexas	12
Pendiente transversal (%)	2

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.9 Proyecto vertical

6.9.1 Pendientes.

En general, se ha mantenido el criterio de procurar coincidir el proyecto definitivo con la configuración de la topografía existente mediante las secciones transversales a lo largo del eje garantizando que no se lleguen a producir cortes excesivos y en las secciones de relleno donde según el estudio hidráulico, obligaba a sobre-elevar la rasante existente, se establecen pendientes mínimas recomendadas en las Normas de trazado vial cumpliendo así con las especificaciones para una vía colectora de 1er orden. (ASTECA T. &., 2003, pág. 95)

Las normas de diseño indican valores de gradientes longitudinales de 6 % como máximo recomendable y 7 % como máximo absoluto aunque se indica que estos valores se pueden aumentar hasta en un 1% en longitudes cortas del trazado, con el fin de reducir tanto los costos de construcción como los de operación. (ASTECA T. &., 2003, págs. 2-R)

La gradiente longitudinal mínima necesaria para obtener un correcto drenaje superficial, es de 0.50%, aun cuando se puede adoptar una gradiente del 0% para el caso de rellenos mayores o iguales a 1 metro de altura, siempre y cuando el pavimento tenga una gradiente transversal adecuada para drenar transversalmente las aguas superficiales.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados obtenidos del diseño geométrico del alineamiento vertical.

Tabla 93. Puntos de inflexión vertical, gradientes y longitudes de curva

PIV	Abcisas	Cotas	Pendiente (%)	Longitud curva
1	0+000.000	3014.148	3.14%	0.00
2	0+095.000	3017.132	-7.06%	180.00
3	0+268.000	3004.915	0.00%	140.00
4	0+485.000	3004.915	-5.64%	160.00
5	0+680.000	2993.920	1.18%	180.00
6	1+273.000	3000.903	5.76%	180.00
7	1+572.000	3018.118	-0.57%	180.00
8	2+220.000	3014.409	-4.42%	200.00
9	2+460.000	3003.814	2.03%	200.00
10	3+125.000	3017.311	-3.27%	180.00
11	3+700.000	2998.490	0.29%	160.00
12	4+400.000	3000.517	0.95%	100.00
13	5+055.000	3006.740	4.81%	220.00
14	5+310.000	3019.009	3.00%	200.00
15	5+413.851	3022.125		

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

Sobre el eje longitudinal así dispuesto se hace una evaluación de las pendientes diseñadas para implementar posible variaciones, mejoras y optimizaciones, principalmente elevar el nivel de la rasante en los sitios necesarios, a partir de la ubicación y definición de los puntos de intersección vertical (PIV) y longitudes de curvas verticales.

Los resultados de estas evaluaciones es el diseño definitivo del perfil longitudinal de la vía que se muestra en los planos del proyecto vial que se incluyen en el Volumen de Planos.

6.9.2 Diseño de las curvas verticales.

La curva vertical adoptada para el diseño de los niveles de rasante es la parábola simple de eje vertical cuya ecuación intrínseca es:

$$Y = \left(\frac{X}{(0.5L)^2} \right)$$

La longitud de la curva vertical se obtiene de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$L = K * A$$

Dónde:

K: adopta valores diferentes para curvas cóncavas o convexas en función de la velocidad de diseño.

El término A es la diferencia algebraica de las gradientes expresadas en porcentaje.

En las siguientes tablas se calcula los valores de K para curvas verticales cóncavas y convexas para la carretera en estudio.

En todo caso, las longitudes mínimas absoluta de las curvas verticales que se establece en las normas de trazado vial y se determina mediante la siguiente expresión:

$$L = 0.60V$$

Tabla 94. Valores de coeficiente K para curvas verticales cóncavas

Valores de Coeficiente K para curvas verticales cóncavas Mínimas							
Clase de carretera		L	O	M	L	O	M
R-I ó R-II	Más de 8000 TPDA	52	46	32	46	32	24
I	3000 a 8000 TPDA	46	38	24	38	24	18
II	1000 a 3000 TPDA	46	38	24	38	24	15
III	300 a 1000 TPDA	38	24	15	32	18	11
IV	100 A 300 TPDA	32	18	15	24	15	7
V	Menos de 100 TPDA	18	15	11	11	7	7

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

Tabla 95. Valores de coeficiente K para curvas verticales convexas

Valores de Coeficiente K para curvas verticales convexas Mínimas							
Clase de carretera		L	O	M	L	O	M
R-I ó R-II	Más de 8000 TPDA	105	85	46	85	46	28
I	3000 a 8000 TPDA	85	60	28	60	28	19
II	1000 a 3000 TPDA	85	60	28	60	28	13
III	300 a 1000 TPDA	60	28	13	46	19	8
IV	100 A 300 TPDA	46	19	13	28	13	5
V	Menos de 100 TPDA	19	13	8	8	5	5

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.9.3 Recomendaciones y normas del proyecto vertical.

El alineamiento vertical está formado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Por lo tanto es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma Velocidad Específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio.

Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno, generando un proyecto lo más económico posible tanto en su operación como para su construcción.

- La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.
- La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar. Para vías Primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre sesenta y ciento treinta kilómetros por hora (60 - 130 km/h).
- Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por

resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

- El punto común de una tangente y una curva vertical en su origen se denomina PCV, y PTV al punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le designa como PIV, y a la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra “A”.

6.9.4 Resumen del proyecto vertical.

El diseño consta de 13 puntos de Inflexión vertical, los mismos que cumplen con las normas de diseño tanto en su gradiente como con las longitudes de curva tanto cóncava como convexa.

Debido a la inclusión del puente se tiene una gradiente longitudinal de 7.06%, ajustando la longitud de la curva de entrada y salida del puente para poder optimizar el diseño de la estructura y tener un menor costo para la construcción del mismo.

6.10 Relación entre los alineamientos horizontal y vertical

El diseño de una carretera, pese a ser abordado de forma separada en planta, perfil y en sección transversal, tiene como producto final una franja tridimensional en la cual la totalidad de sus elementos generarán un conjunto único de interacción con los usuarios y determinarán las condiciones reales de operación.

Durante el proceso de diseño es necesario anticipar la interacción de los elementos de la carretera con las condiciones probables de operación vehicular así como con el entorno que ésta afectará, con el fin de evitar sobrecostos derivados de correcciones durante el proceso de construcción o antes de cumplirse su período de servicio.

En el presente capítulo se plantean algunos criterios para la aproximación a un diseño vial seguro y agradable partiendo de los elementos principales contemplados en el diseño, así como de la experiencia recogida tanto en el país como por diferentes entidades internacionales a partir de las vías en operación.

La aplicación de los criterios debe dar como resultado un diseño que cumpla con las siguientes condiciones:

- Que el conductor pueda distinguir la superficie de rodadura así como obstáculos eventuales a una distancia suficiente para reaccionar adecuadamente.
- Que el conductor pueda avistar de manera oportuna los puntos particulares de interés como intersecciones, cruces, incorporaciones.
- Tener una percepción continua de la evolución del trazado, evitando confusiones generadas por interrupciones en la geometría que podrían llevar a respuestas erróneas por parte de los conductores.
- Que el conjunto resultante del proceso de diseño sea agradable para los usuarios, que realce las condiciones estéticas de los sitios de influencia del recorrido, permitiendo con esto una operación menos monótona, y por consiguiente, se disminuya el riesgo de accidentalidad asociada al cansancio de los conductores.

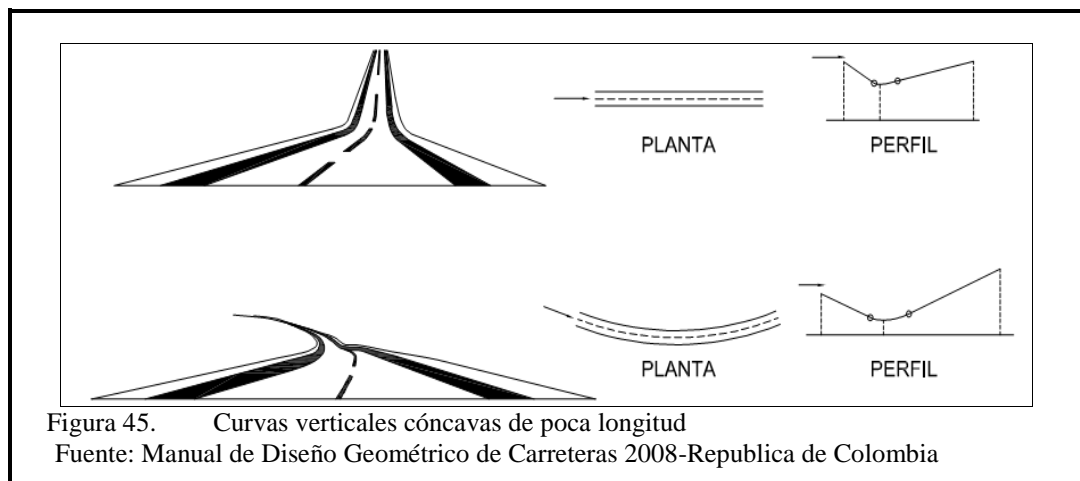
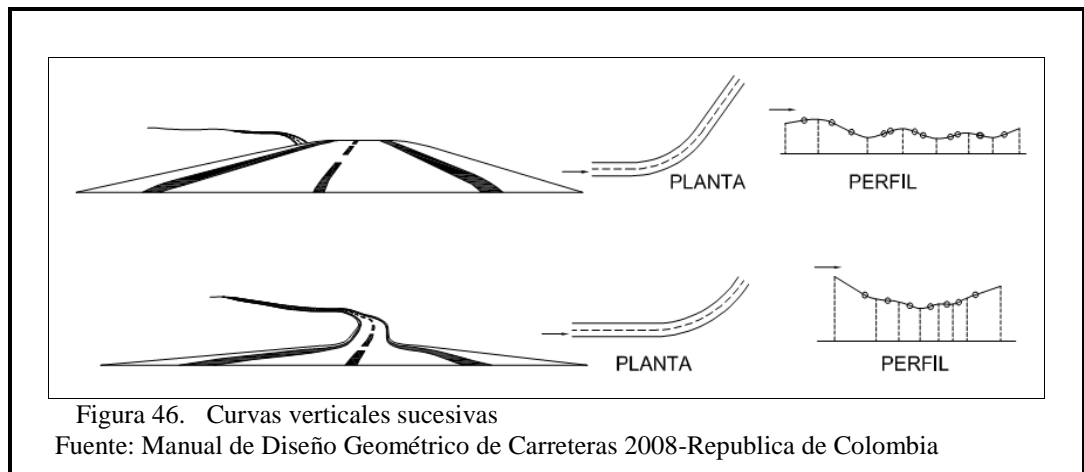


Figura 45. Curvas verticales cóncavas de poca longitud
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008-Republica de Colombia

En terrenos planos y ondulados, la ubicación de curvas verticales sucesivas y de corta longitud produce un efecto de pérdida de trazado y de disminución de los tramos de oportunidad de adelantamiento.

Peor aún, cuando a estas situaciones se suman curvas en planta sucesivas, la apariencia del trazado desde un sitio alto del mismo dará una impresión incómoda a los conductores, tal como se ilustra en la figura 46.

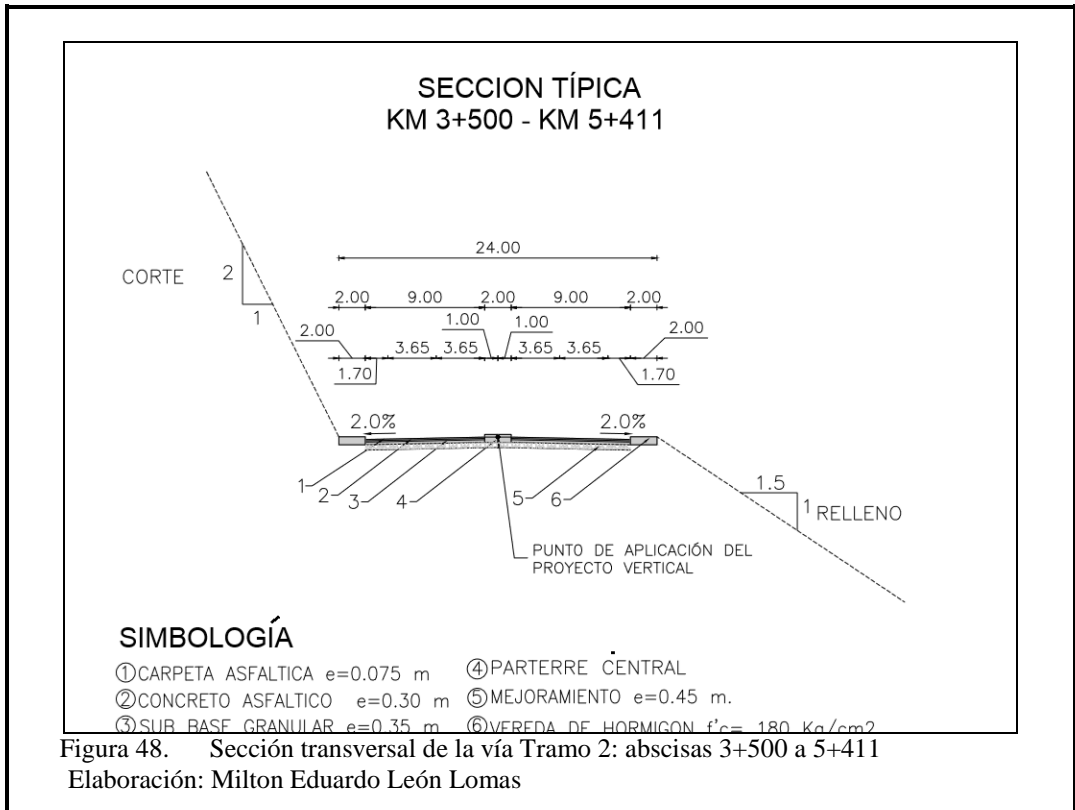
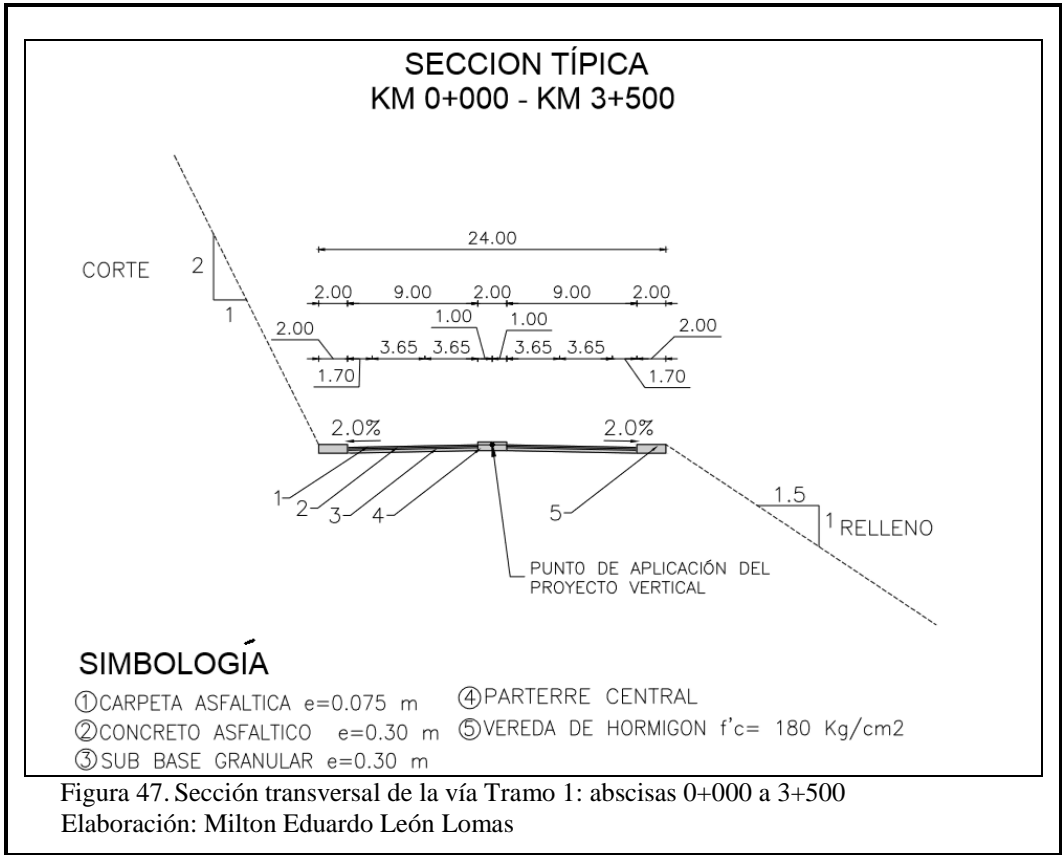


6.11 Secciones transversales típicas

Considerando los elementos geométricos anteriormente mencionados y con los espesores de la estructura de pavimento, se tiene dos tipos de secciones típicas, las cuales se muestran a continuación.

Mediante un software de diseño vial se modeló con sus respectivos peraltes en curvas, obteniendo de esta manera las secciones transversales que nos permiten cuantificar volúmenes de movimiento de tierras (Corte, Relleno, Neto).

Realizando verificaciones de los peraltes calculados y obteniendo secciones transversales de la vía, cada 10 m en curvas y 20 m en tangentes, en el anexo 3, se detalla la tabla de volúmenes, obtenidos de este análisis.



6.12 Señalización y seguridad vial

El control del tráfico está compuesto de dispositivos de control que suministran la información necesaria y permanente a los conductores.

La señalización es un complemento del diseño geométrico, que se realiza con el objeto de dar al usuario la información necesaria de la zona por donde transita, haciéndole conocer los riesgos o guiándole en la operación de sus vehículos, prevenir accidentes de tránsito, dar información de los poblados que cruza y brindar seguridad al conductor del vehículo.

La señalización vertical y horizontal estudiada se realizó con el propósito de incluir todas aquellas instalaciones necesarias que permitan una operación vehicular óptima que signifique ahorro en tiempo, comodidad para los usuarios y ahorro en costos de accidentes.

6.12.1 Señalización vertical.

La señalización vertical está constituida por todas aquellas señales como placas, postes, pórticos o estructuras utilizadas para este propósito. Esta señalización se divide en tres grupos:

- Señales reglamentarias.
- Señales preventivas.
- Señales informativas.

En las Normas y Especificaciones del Ministerio de Obras Públicas, publicadas en el Manual de Diseño de Carreteras (MOP-001-E), y en el Estudio de Señalización y Seguridad Vial MOP - 1994, se encuentran las especificaciones para cada tipo de señales utilizadas para el presente estudio.

6.12.1.1 *Señales de reglamentación.*

Estas señales son las que indican al usuario de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que tiene el tramo de la vía.

En el presente estudio se ha previsto velocidades máximas de 50 kph en la etapa de construcción, tomando en cuenta las características del diseño geométrico.

Las letras de las señales reglamentarias serán mayúsculas, las placas tienen una forma circular octogonal o triangular; el fondo es de color blanco, los números y símbolos deben ir inscritos en un color negro, la orla y el círculo interior será rojo, excepto las señales de “PARE” y “CEDA EL PASO” que estarán en fondo rojo y símbolos blancos.

En el proyecto se ha utilizado las señales R1-1, R4-1, las mismas que notifican que pare el vehículo y la velocidad máxima a la que deberán circular los vehículos sin estar en peligro de un accidente; se las deberá colocar tanto a la salida como a la entrada de ciudades o poblaciones y en la intersección de vías importantes.

Las dimensiones de la señal reglamentaria R1-1 (PARE) serán: 24,9 cm por lado y ancho de la orla de 7,5 cm (INEN I, 2003, pág. 16).

Las dimensiones de las señales circulares R4-1 (50 KPH) será: diámetro 0,75 m y ancho de la orla o borde de 7,5 cm (INEN I, 2003, pág. 37).

Estas señales se colocarán a una distancia de 0,50 m. desde el borde del espaldón a la proyección de la señal. La altura mínima desde el borde del carril hasta la parte inferior de la señal es de 1,20 m (INEN I, 2003, pág. 16).

6.12.1.2 *Señales de prevención*

Al haberse realizado el diseño horizontal con radios de curvatura superiores a los mínimos especificados, no es necesario la colocación de estas señales de prevención

que indiquen el sentido de la curva, sin embargo la existencia de un peligro, la naturaleza de este, y por mantener en resguardo la integridad de los usuarios de han colocado en las partes que se considera de mayor relevancia, pero como información general se indica que se usan y ubican de acuerdo al ángulo de deflexión y al radio de curvatura.

Estas señales tienen forma Cuadrada y deben colocarse con la diagonal correspondiente en forma vertical, tienen fondo amarillo, figuras y bordes negros. Debe ubicárselas sobre el espaldón derecho de la calzada, en forma vertical y normal al sentido del tránsito.

6.12.1.3 *Señales de información*

Estas señales brindan la información que puede necesitar el conductor y para identificar las vías. Las letras utilizadas en estas señales pueden combinarse entre mayúsculas y minúsculas, las placas deberán tener forma rectangular y estarán diseñadas en fondo verde con letras y símbolos blancos. Se exceptúan de esta especificación las señales de “INFORMACION GENERAL” o de “SERVICIOS” que son de fondo azul con símbolos blancos y son esenciales para guiar al conductor a lo largo de las rutas (INEN I, 2003, pág. 97).

Las señales de información se clasifican en:

- Señales para identificar carreteras;
- Señales de dirección y distancias;
- Señales de localización, y
- Señales de kilometraje.

Estas señales deben ubicarse sobre el espaldón derecho de la calzada, normalmente a la dirección del tráfico.

La pintura utilizada en las señales debe ser reflectiva, de alta calidad, ajustadas a las especificaciones, de tal manera que pueda ser vista sin dificultad en la noche.

Adicionalmente, las señales deberán tener un mantenimiento preventivo para asegurar su buen funcionamiento.

6.12.1.4 Ubicación y especificaciones.

La ubicación de las señales verticales se encuentra indicadas en la tabla de resumen se listan todas las señales utilizadas indicando: la abscisa, código, tipo de señal y el lado de ubicación. Sin embargo, durante la construcción el fiscalizador determinará su ubicación exacta.

Tabla 96. Resumen de señalización vertical

Resumen de señalización vial					
Numero	Abscisa	Código	Tipo de señal	Ubicación derecha	Ubicación izquierda
1	0+020	R1-1C	Regulatorias		X
2	0+240	I1-3c1	Informativas	X	
3	0+280	P4-1	Preventivas	X	
4	0+335	R4-1C	Regulatorias		X
5	0+405	R4-1C	Regulatorias	X	
6	0+450	P4-1	Preventivas		X
7	0+500	I1-3c1	Informativas		X
8	0+519	R1-1C	Regulatorias	X	
9	0+650	PI-2I	Preventivas	X	
10	0+800	P1-2D	Preventivas	X	
11	0+850	R4-1C	Regulatorias	X	
12	0+850	R4-1C	Regulatorias		X
13	0+905	P1-2I	Preventivas	X	
14	1+275	P1-2D	Preventivas		X
15	1+288	R1-2C	Regulatorias	X	
16	1+372	R1-2C	Regulatorias		X
17	1+395	P2-8D	Preventivas		X
18	1+525	P1-2D	Preventivas	X	
19	1+725	P1-2I	Preventivas		X
20	2+050	R4-1C	Regulatorias	X	
21	2+050	R4-1C	Regulatorias		X
22	2+225	P1-2D	Preventivas	X	
23	2+450	P1-2I	Preventivas		X
24	2+467	R1-1C	Regulatorias		X
25	2+640	R1-1C	Regulatorias		X
26	2+842	R1-2C	Regulatorias		X
27	3+025	R4-1C	Regulatorias	X	
28	3+025	R4-1C	Regulatorias		X
29	3+650	R4-1C	Regulatorias	X	
30	3+650	R4-1C	Regulatorias		X
31	3+710	P1-2I	Preventivas	X	
32	3+990	P1-2D	Preventivas		X
33	4+325	R4-1C	Regulatorias	X	
34	4+325	R4-1C	Regulatorias		X
35	4+650	P1-2D	Preventivas	X	
36	4+930	R2-1I	Regulatorias	X	
37	4+940	P1-2I	Preventivas		X
38	5+010	R2-1D	Regulatorias	X	
39	5+150	R4-1C	Regulatorias	X	
40	5+150	R4-1C	Regulatorias		X
41	5+250	I1-3bc-3	Informativas	X	
42	5+345	R2-2A	Regulatorias	X	
43	5+370	R2-2A	Regulatorias		X
44	5+400	R2-1D	Regulatorias	X	
45	5+400	R2-1D	Regulatorias		X
46	5+413.85	R2-2A	Regulatorias	X	
47	5+414	I1-3bc-1	Informativas	X	
48	5+414	I1-3bc-2	Informativas		X

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.12.2 Señalización horizontal.

La señalización horizontal es un complemento de la señalización vertical y sirve para proporcionar información o prevenir al conductor, sin que éste tenga que apartar la vista de la vía.

Está constituida por marcas y/o líneas horizontales sobre el pavimento, que deben estar sujetas a labores de mantenimiento permanentes, cuando los volúmenes de tráfico son altos.

6.12.2.1 Color y material.

La señalización horizontal estará marcada mediante la utilización de pintura reflectante de alta calidad; pudiendo, también colocarse objetos o marcadores individuales que en ningún caso excedan de los 2,50 cm de altura.

Para este proyecto, se ha diseñado la señalización horizontal con varios tipos de líneas pintadas en color blanco debido a que por sus características, el tráfico es bidireccional dividido por una faja divisoria central y comprende los siguientes tipos de marcas sobre el pavimento.

- Líneas centrales
- Líneas de espaldón
- Marcadores reflectivos

6.12.2.2 Línea central.

Para esta línea, denominada también línea divisoria de carril, se utilizará una línea segmentada. Esta línea es de gran importancia ya que permite dividir los carriles de circulación y ordenar la circulación vehicular.

La línea será pintada de color blanco, en un ancho de 15 cm, e irá entrecortada. Por cuanto esta vía se desarrolla por una zona ondulada se demarcan con segmentos de una longitud de 4,50 m intercalados con espaciamiento de 7,50 m.

Se emplearan líneas blancas sólidas, como líneas de vía centrales divisorias de carriles, para indicar que el conductor no debe rebasar por no existir condiciones de seguridad para hacerlo (INEN II, 2003, pág. 20).

6.12.2.3 Líneas de espaldón.

Entre el carril y el espaldón externo se ha previsto una línea continua de color blanco, para restringir el uso del espaldón sólo a vehículos que se vean obligados a ingresar en él, en caso de emergencia.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de pintura horizontal.

Tabla 97. Resumen de señalización vertical

Pintura Blanca		
Líneas de separación de carriles segmentados=	8541.296	m
Líneas de borde=	10822.24	m
TOTAL =	19363.536	m
Pintura Amarilla		
Líneas de separación continua=	102	m
Línea intermedias del achurado =	12.69	m
TOTAL =	114.69	m

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.12.2.4 Tachas reflectivas.

Descripción: Consistirá en la suministro e instalación de tachas retro-reflectivas en la superficie del pavimento, de acuerdo a los planos.

Especificaciones: Serán de plástico acrílico relleno de un compuesto altamente adherente. Debe tener 1 o 2 caras retro-reflectoras cubiertas de vidrio.

Sus características físicas serán: Tamaño 0,10 x 0,10 x 0,018 m, inclinación reflectiva 30° con relación a la base, y un área reflectiva de 0,20 m² aproximadamente; el material debe ser moldeado de metil metacrilato, conforme la norma ASTM D 788 grado 8; la superficie reflectiva tendrá una capa delgado de un vidrio no templado.

Los reflectivos amarillos tendrán una intensidad específica de un 60 % del valor de los blancos y los rojos serán de un 25 %.

Colocación: Las tachas serán colocadas a una distancia de 12 m en la línea central de la vía, es decir, si la franja pintada es de 4,50 m y el tramo sin pintar es de 7,50 m, se colocará en medio de éste último.

En el caso de las curvas cerradas y tramos sinuosos, se colocarán las tachas sobre la línea central, a un espacio de 6 m, si la zona pintada es de 2,50 m y la zona sin pintar es de 4,50 m, es decir deberá ser fijada en el medio del tramo sin pintar.

En la siguiente tabla se puede visualizar la cantidad de tachas que se va a implementar en el diseño, para mejorar la seguridad vial y dar un mejor beneficio y servicio para el desplazamiento en el proyecto (INEN II, 2003, págs. 14-16).

Tabla 98. Resumen de señalización vertical

Tachas reflectivas unidireccionales

Tachas reflectivas =	2152	u
Total =	2152	u

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

6.12.3 Diagrama de masas.

Consiste en el volumen de los materiales que será necesario mover para la ejecución de las obras de terracería, así como su distribución de acuerdo al diseño de la curva de masas.

Con la utilización de las secciones transversales, taludes, espesores del pavimento y el proyecto horizontal y vertical, se realizó el cálculo de volúmenes. Estos cálculos volumétricos fueron procesados mediante la utilización de programas ya establecidos y aprobados por el Tutor del Trabajo de Titulación

En el cálculo de volúmenes se utiliza la expresión:

$$V = \frac{D}{2} (A_1 + A_2)$$

Dónde:

V = Volumen en corte o relleno en m³

D = Distancia entre las secciones transversales en m

A₁ = Área de la sección transversal primera, en corte o en relleno en m²

A₂ = Área de la sección transversal segunda, en corte o en relleno en m²

Para el diagrama de masas y su análisis se debe considerar el volumen neto de cada una de las secciones, debido a que nos indica los tramos en los que se tiene corte o relleno a lo largo del eje longitudinal estudiado.

$$\text{Volumen Neto} = \text{Vol. Corte} - \text{Vol. Relleno}$$

En el cálculo se han utilizado los siguientes parámetros:

- Sección transversal
- Perfiles transversales del terreno en topografía 1:1000
- Proyecto horizontal
- Proyecto vertical
- Peraltes de acuerdo a las normas del MOP
- Talud de corte H=1.0, V=2.0
- Talud de relleno H=1.5, V=1.0

En la siguiente tabla se presenta los datos de volumen neto con sus respectivas abscisas para el diagrama de curva de masas.

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas.

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
0+000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	9.48	1.42	94.80	14.20	84.63
0+040.000	20.05	5.83	295.30	72.50	318.57
0+060.000	18.75	10.10	388.00	159.30	558.71
0+080.000	23.17	10.89	419.20	209.90	778.47
0+098.114	26.12	7.67	446.42	168.10	1070.71
0+100.000	26.92	7.15	50.02	13.98	1108.55
0+114.693	38.08	2.64	477.52	71.92	1534.43
0+120.000	41.21	1.20	210.40	10.19	1744.65
0+125.746	46.27	0.07	251.33	3.65	2004.71
0+136.799	57.10	0.00	571.27	0.39	2604.15
0+139.747	62.61	0.00	176.45	0.00	2789.42
0+140.000	63.10	0.00	15.90	0.00	2806.12
0+146.746	77.14	0.00	473.03	0.00	3302.80
0+150.000	86.27	0.00	265.87	0.00	3581.96
0+160.000	108.06	0.00	971.65	0.00	4602.19
0+170.000	131.93	0.00	1199.95	0.00	5862.14
0+173.280	140.60	0.00	446.95	0.00	6331.44
0+180.000	158.75	0.00	1005.82	0.00	7387.54
0+190.000	181.87	0.00	1703.10	0.00	9175.80
0+199.813	212.13	0.00	1933.16	0.00	11205.62
0+200.000	212.29	0.00	39.68	0.00	11247.29
0+206.813	218.43	0.00	1467.25	0.00	12787.90
0+209.761	220.96	0.00	647.66	0.00	13467.94
0+220.000	229.87	0.00	2308.02	0.00	15891.36
0+220.813	230.42	0.00	187.11	0.00	16087.83
0+231.866	234.46	0.00	2569.16	0.00	18785.45
0+240.000	235.67	0.00	1912.02	0.00	20793.07
0+248.445	235.83	0.00	1990.91	0.00	22883.52
0+260.000	232.62	0.00	2706.47	0.00	25725.31
0+280.000	246.95	0.00	4795.70	0.00	30760.80
0+300.000	195.23	0.00	4421.80	0.00	35403.69
0+320.000	84.67	0.10	2799.00	1.00	38341.59
0+340.000	10.32	6.67	949.90	67.70	39267.90
0+343.222	0.00	26.05	16.63	52.71	39230.01
0+393.222	39.81	40.51	995.25	1664.00	38527.82
0+400.000	63.38	22.32	349.71	212.93	38671.44
0+420.000	145.19	0.00	2085.70	223.20	40627.06
0+440.000	142.88	0.00	2880.70	0.00	43651.80
0+460.000	174.27	0.00	3171.50	0.00	46981.87
0+480.000	225.68	0.06	3999.50	0.60	51180.72
0+500.000	253.13	4.69	4788.10	47.50	56158.35
0+520.000	292.36	4.73	5454.90	94.20	61787.08
0+540.000	307.07	0.14	5994.30	48.70	68029.96
0+560.000	269.19	0.00	5762.60	1.40	74079.22
0+580.000	259.33	0.00	5285.20	0.00	79628.68
0+600.000	198.69	0.25	4580.20	2.50	84435.27
0+610.823	187.67	1.08	2090.79	7.20	86623.04
0+620.000	187.05	0.51	1719.40	7.30	88420.75
0+627.275	179.01	0.31	1331.54	2.98	89815.74
0+638.242	143.45	0.66	1768.21	5.32	91666.77

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas

Continuación...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
0+640.000	139.53	0.06	248.74	0.63	91927.29
0+649.210	127.33	0.21	1228.89	1.24	93216.31
0+649.576	127.81	0.22	46.69	0.08	93265.26
0+650.000	128.42	0.24	54.32	0.10	93322.19
0+655.242	132.91	0.41	684.95	1.70	94039.60
0+660.000	131.01	0.45	627.87	2.05	94696.71
0+670.000	122.26	0.56	1266.35	5.05	96021.07
0+680.000	117.85	0.62	1200.55	5.90	97275.45
0+690.000	117.87	0.36	1178.60	4.90	98507.84
0+695.680	117.40	0.23	668.17	1.68	99207.66
0+700.000	116.64	0.15	505.53	0.82	99737.60
0+710.000	116.06	0.01	1163.50	0.80	100958.43
0+720.000	118.64	0.08	1173.50	0.45	102190.13
0+730.000	122.70	0.00	1206.70	0.40	103456.75
0+736.118	125.33	0.00	758.72	0.00	104253.41
0+740.000	127.11	0.00	489.99	0.00	104767.89
0+741.784	128.09	0.00	227.64	0.00	105006.91
0+742.150	128.31	0.00	46.92	0.00	105056.18
0+753.118	137.17	0.00	1455.89	0.00	106584.87
0+760.000	138.78	0.00	949.54	0.00	107581.89
0+764.085	140.32	0.00	570.06	0.00	108180.45
0+780.000	146.24	0.00	2280.30	0.00	110574.77
0+780.537	146.10	0.00	78.49	0.00	110657.19
0+800.000	139.11	0.00	2775.52	0.00	113571.49
0+820.000	125.50	0.00	2646.10	0.00	116349.89
0+840.000	109.24	0.00	2347.40	0.00	118814.66
0+860.000	87.84	0.00	1970.80	0.00	120884.00
0+880.000	80.61	0.00	1684.50	0.00	122652.73
0+900.000	69.86	0.64	1504.70	6.40	124225.94
0+920.000	65.51	2.51	1353.70	31.50	125614.25
0+940.000	69.50	1.24	1350.10	37.50	126992.48
0+960.000	70.19	1.61	1396.90	28.50	128429.30
0+967.682	70.43	1.80	540.12	13.10	128982.68
0+980.000	70.47	2.12	867.80	24.14	129868.52
0+984.261	70.37	2.25	300.06	9.31	130173.81
0+995.314	69.28	3.23	771.78	30.29	130952.37
1+000.000	68.71	3.51	323.31	15.79	131275.26
1+006.366	68.11	3.85	435.50	23.43	131707.94
1+009.314	68.38	4.02	201.19	11.60	131907.00
1+010.000	68.45	4.05	46.93	2.77	131953.38
1+016.314	69.01	4.56	433.96	27.18	132380.50
1+020.000	68.65	4.68	253.71	17.03	132629.01
1+030.000	68.33	4.77	684.90	47.25	133298.54
1+040.000	67.71	4.65	680.20	47.10	133963.30
1+050.000	65.49	5.55	666.00	51.00	134609.05
1+060.000	63.80	6.46	646.45	60.05	135224.77
1+070.000	62.31	7.04	630.55	67.50	135815.97
1+080.000	61.29	7.60	618.00	73.20	136388.01
1+090.000	62.30	5.10	617.95	63.50	136970.18
1+092.948	63.98	4.09	186.14	13.55	137151.40
1+100.000	71.03	2.38	476.05	22.81	137627.29
1+110.000	87.38	1.00	792.05	16.90	138441.20

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continúa...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
1+120.000	106.68	0.00	970.30	5.00	139454.77
1+130.000	131.01	0.00	1188.45	0.00	140702.64
1+140.000	155.32	0.00	1431.65	0.00	142205.87
1+150.000	187.02	0.00	1711.70	0.00	144003.16
1+160.000	203.55	0.00	1952.85	0.00	146053.65
1+169.583	187.64	0.00	1874.39	0.00	148021.76
1+170.000	186.96	0.00	78.10	0.00	148103.76
1+176.583	179.37	0.00	1205.78	0.00	149369.83
1+179.531	177.91	0.00	526.63	0.00	149922.79
1+180.000	145.65	0.00	75.87	0.00	150002.46
1+190.583	143.47	0.00	1529.88	0.00	151608.83
1+200.000	140.62	0.00	1337.64	0.00	153013.35
1+201.636	140.35	0.00	229.83	0.00	153254.68
1+218.215	148.00	0.00	2390.28	0.00	155764.47
1+220.000	151.35	0.00	267.17	0.00	156045.00
1+240.000	163.38	0.00	3147.30	0.00	159349.66
1+260.000	155.76	0.00	3191.40	0.00	162700.63
1+280.000	161.49	0.00	3172.50	0.00	166031.76
1+300.000	122.56	19.80	2840.50	198.00	168806.38
1+320.000	76.38	10.17	1989.40	299.70	170580.57
1+340.000	96.20	0.00	1725.80	101.70	172285.87
1+360.000	91.70	0.00	1879.00	0.00	174258.82
1+380.000	101.93	0.00	1936.30	0.00	176291.94
1+400.000	96.10	0.00	1980.30	0.00	178371.25
1+412.577	90.12	0.00	1171.04	0.00	179600.85
1+420.000	84.44	0.00	647.88	0.00	180281.12
1+430.186	75.96	0.00	816.92	0.00	181138.88
1+440.000	65.25	0.00	692.92	0.00	181866.45
1+441.925	63.16	0.00	123.59	0.00	181996.22
1+453.664	49.91	0.00	663.66	0.00	182693.07
1+459.926	43.86	0.35	293.59	1.10	183000.19
1+460.000	43.75	0.36	3.24	0.03	183003.57
1+468.925	34.45	0.23	348.97	2.63	183367.22
1+470.000	33.84	0.29	36.71	0.28	183405.47
1+480.000	36.91	0.72	353.75	5.05	183771.60
1+490.000	52.84	1.59	448.75	11.55	184230.66
1+498.507	51.48	1.69	443.73	13.95	184681.93
1+500.000	51.11	1.67	76.58	2.51	184759.70
1+510.000	50.02	1.63	505.65	16.50	185273.31
1+520.000	50.90	0.98	504.60	13.05	185789.44
1+528.089	51.28	0.80	413.27	7.20	186215.81
1+530.000	51.46	0.88	98.17	1.61	186317.20
1+537.088	55.42	1.04	378.78	6.80	186707.78
1+540.000	56.30	1.09	162.66	3.10	186875.32
1+543.350	58.87	1.10	192.91	3.67	187074.02
1+555.089	72.08	1.07	768.61	12.74	187867.69
1+560.000	74.37	0.83	359.61	4.67	188240.38
1+566.828	73.43	0.54	504.59	4.68	188765.29
1+580.000	72.84	0.98	963.33	10.01	189766.28
1+584.437	71.91	1.24	321.13	4.93	190098.29
1+600.000	71.18	3.51	1113.45	36.96	191228.61
1+620.000	67.96	6.32	1391.40	98.30	192586.36

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continuación...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
1+640.000	58.54	3.89	1265.00	102.10	193807.41
1+660.000	56.75	5.29	1152.90	91.80	194921.56
1+680.000	48.04	7.87	1047.90	131.60	195883.68
1+700.000	39.19	7.48	872.30	153.50	196638.42
1+720.000	34.10	7.67	732.90	151.50	197248.89
1+740.000	30.01	11.05	641.10	187.20	197725.48
1+760.000	27.54	12.75	575.50	238.00	198079.86
1+780.000	20.41	14.52	479.50	272.70	198297.00
1+800.000	14.87	14.11	352.80	286.30	198366.82
1+820.000	13.12	13.29	279.90	274.00	198373.02
1+840.000	12.61	14.37	257.30	276.60	198352.75
1+860.000	11.02	16.88	236.30	312.50	198272.74
1+880.000	8.58	15.68	196.00	325.60	198136.66
1+900.000	10.80	17.50	193.80	331.80	197991.76
1+920.000	7.39	24.81	181.90	423.10	197738.50
1+940.000	2.53	26.46	99.20	512.70	197304.33
1+960.000	0.16	38.70	26.90	651.60	196648.39
1+980.000	0.00	51.05	1.60	897.50	195707.70
2+000.000	2.26	48.06	22.60	991.10	194690.77
2+020.000	0.52	47.29	27.80	953.50	193718.79
2+040.000	0.23	39.19	7.50	864.80	192818.62
2+060.000	1.61	33.94	18.40	731.30	192070.08
2+080.000	3.60	29.88	52.10	638.20	191454.67
2+100.000	2.26	35.17	58.60	650.50	190833.18
2+101.313	2.08	35.70	2.85	46.53	190787.32
2+118.921	0.38	51.28	21.66	765.77	190006.00
2+120.000	0.34	50.94	0.39	55.15	189948.50
2+130.660	0.02	44.06	1.92	506.35	189418.85
2+140.000	0.00	37.54	0.09	381.07	189018.82
2+142.400	0.00	35.97	0.00	88.21	188926.20
2+148.661	1.10	42.79	3.44	246.56	188670.93
2+150.000	1.77	44.79	1.92	58.63	188611.38
2+157.660	4.95	52.41	25.74	372.28	188247.51
2+160.000	5.40	52.42	12.11	122.65	188131.44
2+169.312	6.22	42.98	54.10	444.18	187721.86
2+170.000	6.25	42.25	4.29	29.32	187695.58
2+180.000	6.61	36.86	64.30	395.55	187347.77
2+180.964	6.69	36.36	6.41	35.29	187317.44
2+189.963	7.19	12.47	62.45	219.71	187152.32
2+196.224	17.66	0.29	77.79	39.95	187192.06
2+200.000	26.09	0.00	82.60	0.55	187278.22
2+207.964	34.34	0.00	240.63	0.00	187530.88
2+219.703	42.67	0.00	452.01	0.00	188005.49
2+220.000	42.83	0.00	12.70	0.00	188018.82
2+226.190	46.30	0.02	275.86	0.06	188308.41
2+237.311	58.86	0.00	584.74	0.11	188922.27
2+240.000	62.39	0.00	163.02	0.00	189093.44
2+243.798	66.75	0.00	245.24	0.00	189350.94
2+255.537	76.68	0.00	841.86	0.00	190234.90
2+260.000	79.14	0.00	347.71	0.00	190599.99
2+267.277	81.01	0.00	582.71	0.00	191211.84
2+273.538	86.65	0.00	524.86	0.00	191762.94

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continuuación...

Curva de masas					
Abcixas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
2+280.000	93.05	0.00	580.61	0.00	192372.58
2+282.537	95.54	0.00	239.23	0.00	192623.77
2+290.000	103.15	0.00	741.41	0.00	193402.25
2+300.000	110.09	0.00	1066.20	0.00	194521.76
2+310.000	113.06	0.00	1115.75	0.00	195693.30
2+320.000	117.40	0.00	1152.30	0.00	196903.21
2+329.686	124.22	0.00	1170.17	0.00	198131.89
2+330.000	124.81	0.00	39.10	0.00	198172.94
2+340.000	142.22	0.00	1335.15	0.00	199574.85
2+350.000	157.24	0.00	1497.30	0.00	201147.01
2+360.000	165.25	0.00	1612.45	0.00	202840.08
2+370.000	165.54	0.00	1653.95	0.00	204576.73
2+376.834	165.15	0.00	1129.97	0.00	205763.20
2+380.000	163.84	0.00	520.79	0.00	206310.03
2+385.833	159.74	0.00	943.72	0.00	207300.93
2+392.095	152.06	0.00	976.25	0.00	208325.99
2+400.000	140.38	0.00	1155.87	0.00	209539.66
2+403.834	134.40	0.00	526.75	0.00	210092.75
2+415.573	113.82	0.00	1456.93	0.00	211622.52
2+420.000	103.56	0.00	481.17	0.00	212127.75
2+433.182	71.15	0.00	1151.51	0.00	213336.84
2+440.000	55.29	0.00	431.03	0.00	213789.42
2+460.000	19.37	3.58	746.60	35.80	214535.76
2+480.000	13.10	24.09	324.70	276.70	214586.16
2+500.000	12.76	34.81	258.60	589.00	214239.24
2+520.000	12.29	29.09	250.50	639.00	213831.32
2+540.000	11.39	30.51	236.80	596.00	213454.16
2+560.000	10.60	19.12	219.90	496.30	213163.94
2+580.000	14.77	15.98	253.70	351.00	213061.77
2+600.000	24.76	6.48	395.30	224.60	213241.01
2+620.000	31.09	9.68	558.50	161.60	213657.75
2+640.000	39.97	0.10	710.60	97.80	214301.19
2+644.784	39.26	0.09	189.52	0.45	214499.71
2+660.000	69.17	2.15	824.94	17.04	215348.00
2+661.451	71.51	2.36	102.06	3.27	215451.73
2+672.562	86.08	0.47	875.49	15.72	216354.49
2+680.000	91.92	0.00	661.98	1.75	217047.73
2+682.562	93.94	0.00	238.09	0.00	217297.72
2+683.673	94.79	0.00	104.84	0.00	217407.81
2+687.562	98.27	0.00	375.41	0.00	217801.98
2+690.000	100.53	0.00	242.34	0.00	218056.44
2+700.000	110.55	0.00	1055.40	0.00	219164.61
2+710.000	108.00	0.00	1092.75	0.00	220311.99
2+718.487	104.77	0.00	902.89	0.00	221260.03
2+720.000	103.97	0.00	157.91	0.00	221425.83
2+730.000	103.74	0.00	1038.55	0.00	222516.31
2+740.000	110.56	0.00	1071.50	0.00	223641.39
2+749.413	109.51	0.07	1035.76	0.33	224728.59
2+750.000	108.94	0.11	64.12	0.05	224795.85
2+753.302	105.91	0.51	354.72	1.02	225167.23
2+754.412	105.07	0.69	117.09	0.67	225289.48
2+760.000	101.32	0.27	576.65	2.68	225892.15

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continuación...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
2+764.413	98.46	0.56	440.81	1.83	226353.08
2+775.524	90.16	1.58	1047.88	11.89	227440.87
2+780.000	87.44	1.63	397.47	7.18	227850.67
2+792.191	81.29	1.56	1028.49	19.44	228910.17
2+800.000	74.40	4.03	607.89	21.83	229525.54
2+820.000	21.44	17.90	958.40	219.30	230301.60
2+840.000	4.29	37.72	257.30	556.20	229987.75
2+860.000	12.78	36.94	170.70	746.60	229383.06
2+880.000	20.63	27.26	334.10	642.00	229059.76
2+900.000	51.17	13.75	718.00	410.10	229383.06
2+920.000	58.20	5.78	1093.70	195.30	230326.38
2+940.000	63.19	4.58	1213.90	103.60	231492.19
2+960.000	48.50	10.06	1116.90	146.40	232511.22
2+980.000	39.83	13.52	883.30	235.80	233191.09
3+000.000	32.25	15.66	720.80	291.80	233641.54
3+020.000	35.23	8.66	674.80	243.20	234094.72
3+040.000	43.71	2.71	789.40	113.70	234804.21
3+058.795	50.69	0.03	887.12	25.75	235708.65
3+060.000	51.14	0.02	61.35	0.03	235773.04
3+076.404	56.52	7.58	883.03	62.34	236634.77
3+080.000	58.73	4.24	207.22	21.25	236830.03
3+088.143	61.75	0.00	490.53	17.26	237326.97
3+099.882	61.51	0.00	723.47	0.00	238086.61
3+100.000	61.49	0.00	7.26	0.00	238094.23
3+106.144	61.11	0.00	376.63	0.00	238489.69
3+110.000	61.23	0.00	235.87	0.00	238737.36
3+115.143	62.32	0.00	317.71	0.00	239070.95
3+120.000	62.79	0.00	303.83	0.00	239389.97
3+130.000	60.04	0.00	614.15	0.00	240034.83
3+140.000	62.63	0.00	613.35	0.00	240678.85
3+146.478	65.32	0.00	414.43	0.00	241114.00
3+150.000	66.64	0.00	232.38	0.00	241358.00
3+160.000	66.62	0.00	666.30	0.00	242057.62
3+170.000	68.92	0.38	677.70	1.90	242767.21
3+177.813	70.28	0.24	543.78	2.42	243335.64
3+180.000	70.27	0.33	153.69	0.62	243496.36
3+186.812	71.87	0.68	484.13	3.44	244001.08
3+193.074	73.25	0.85	454.37	4.79	244473.14
3+200.000	97.68	1.13	591.93	6.86	245087.47
3+204.813	109.63	1.41	498.89	6.11	245604.89
3+216.552	98.58	0.40	1222.09	10.62	246876.92
3+220.000	93.64	0.02	331.39	0.72	247224.12
3+234.161	80.61	0.00	1233.78	0.14	248519.44
3+240.000	80.64	0.00	470.77	0.00	249013.75
3+260.000	73.48	0.13	1541.20	1.30	250630.64
3+280.000	52.71	5.65	1261.90	57.80	251894.95
3+300.000	41.60	4.81	943.10	104.60	252775.37
3+320.000	55.33	0.01	969.30	48.20	253742.53
3+340.000	38.35	0.00	936.80	0.10	254726.06
3+360.000	41.38	0.00	797.30	0.00	255563.23
3+380.000	55.86	0.00	972.40	0.00	256584.25
3+400.000	70.51	0.00	1263.70	0.00	257911.13

Continúa...

Tabla 99.

Resumen de volumen neto para curva de masas

Continuación...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
3+420.000	85.87	0.00	1563.80	0.00	259553.12
3+440.000	117.21	0.00	2030.80	0.00	261685.46
3+460.000	144.56	0.00	2617.70	0.00	264434.05
3+480.000	150.55	0.00	2951.10	0.00	267532.70
3+500.000	301.22	0.00	4517.70	0.00	272276.29
3+520.000	271.17	0.00	5723.90	0.00	278286.38
3+540.000	193.78	0.00	4649.50	0.00	283168.36
3+560.000	120.90	0.00	3146.80	0.00	286472.50
3+580.000	71.87	1.12	1927.70	11.20	288484.82
3+600.000	62.67	0.83	1345.40	19.50	289877.02
3+620.000	62.95	1.27	1256.20	21.00	291173.98
3+640.000	66.11	0.61	1290.60	18.80	292509.37
3+660.000	62.12	35.18	1282.30	357.90	293479.99
3+680.000	49.68	21.67	1118.00	568.50	294056.96
3+700.000	109.71	0.84	1593.90	225.10	295494.20
3+720.000	159.01	0.00	2687.20	8.40	298306.94
3+727.534	165.42	0.00	1222.13	0.00	299590.17
3+740.000	172.71	0.00	2107.56	0.00	301803.12
3+744.200	175.35	0.00	730.93	0.00	302570.59
3+755.312	184.71	0.00	2000.49	0.00	304671.11
3+760.000	187.56	0.00	872.60	0.00	305587.34
3+765.312	189.02	0.00	1000.20	0.00	306637.55
3+766.423	189.05	0.00	210.02	0.00	306858.06
3+770.000	189.22	0.00	676.54	0.00	307568.43
3+770.312	189.19	0.00	59.03	0.00	307630.41
3+780.000	182.92	0.00	1802.50	0.00	309523.04
3+790.000	173.93	0.00	1784.25	0.00	311396.50
3+800.000	147.83	0.00	1608.80	0.00	313085.74
3+810.000	121.34	0.00	1345.85	0.00	314498.88
3+820.000	88.09	0.04	1047.15	0.20	315598.18
3+830.000	54.97	3.54	715.30	17.90	316330.45
3+840.000	24.79	11.41	398.80	74.75	316670.70
3+843.743	17.20	11.47	78.58	42.82	316708.25
3+850.000	53.28	4.08	220.50	48.65	316888.69
3+860.000	69.69	0.59	614.85	23.35	317509.77
3+870.000	84.10	0.00	768.95	2.95	318314.07
3+880.000	94.00	0.00	890.50	0.00	319249.09
3+890.000	93.68	0.00	938.40	0.00	320234.41
3+900.000	93.81	0.00	937.45	0.00	321218.74
3+910.000	96.40	0.09	951.05	0.45	322216.87
3+917.174	96.20	0.61	690.86	2.51	322939.63
3+920.000	95.82	0.77	271.32	1.95	323222.47
3+921.063	95.67	0.83	101.78	0.85	323328.45
3+922.174	95.70	0.90	106.31	0.96	323439.06
3+932.174	82.41	0.90	890.55	9.00	324364.69
3+940.000	56.22	0.85	542.46	6.85	324927.08
3+943.285	41.53	1.00	160.55	3.04	325092.47
3+959.952	3.29	9.34	373.51	86.17	325394.17
3+960.000	3.28	9.40	0.16	0.45	325393.87
3+980.000	1.86	28.82	51.40	382.20	325046.53
4+000.000	0.00	97.75	18.60	1265.70	323737.07
4+020.000	0.00	94.18	0.00	1919.30	321721.81

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continúa...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
4+040.000	0.00	74.45	0.00	1686.30	319951.19
4+060.000	3.96	43.94	39.60	1183.90	318749.68
4+080.000	17.28	22.79	212.40	667.30	318272.03
4+100.000	24.77	16.84	420.50	396.30	318297.44
4+120.000	38.68	8.46	634.50	253.00	318698.02
4+140.000	47.84	5.25	865.20	137.10	319462.52
4+160.000	46.17	4.41	940.10	96.60	320348.20
4+180.000	35.74	3.96	819.10	83.70	321120.37
4+200.000	30.60	3.68	663.40	76.40	321736.72
4+220.000	26.44	4.68	570.40	83.60	322247.86
4+240.000	26.47	5.21	529.10	98.90	322699.57
4+260.000	33.54	7.40	600.10	126.10	323197.27
4+280.000	50.40	3.80	839.40	112.00	323961.04
4+300.000	63.77	0.84	1141.70	46.40	325111.10
4+320.000	42.18	0.26	1059.50	11.00	326212.03
4+340.000	54.52	0.00	967.00	2.60	327224.65
4+360.000	68.88	0.00	1234.00	0.00	328520.35
4+380.000	70.14	0.00	1390.20	0.00	329980.06
4+400.000	74.55	0.00	1446.90	0.00	331499.30
4+420.000	88.15	0.00	1627.00	0.00	333207.65
4+440.000	85.70	0.00	1738.50	0.00	335033.08
4+460.000	50.50	0.04	1362.00	0.40	336462.76
4+480.000	44.07	0.07	945.70	1.10	337454.59
4+500.000	58.22	0.00	1022.90	0.70	338527.90
4+520.000	98.26	0.00	1564.80	0.00	340170.94
4+540.000	141.68	0.00	2399.40	0.00	342690.31
4+560.000	173.30	0.00	3149.80	0.00	345997.60
4+580.000	191.87	0.00	3651.70	0.00	349831.88
4+600.000	153.59	0.00	3454.60	0.00	353459.21
4+620.000	101.37	0.00	2549.60	0.00	356136.29
4+640.000	80.37	0.00	1817.40	0.00	358044.56
4+658.526	107.64	0.00	1741.54	0.00	359873.18
4+660.000	112.93	0.00	162.56	0.00	360043.86
4+675.104	165.69	0.00	2104.14	0.00	362253.21
4+680.000	177.38	0.00	839.84	0.00	363135.04
4+686.157	191.40	0.00	1135.29	0.00	364327.09
4+697.210	215.41	0.00	2248.24	0.00	366687.74
4+700.000	222.50	0.00	610.88	0.00	367329.17
4+700.158	222.90	0.00	35.19	0.00	367366.11
4+707.157	241.55	0.00	1625.34	0.00	369072.72
4+710.000	249.13	0.00	697.50	0.00	369805.10
4+720.000	264.90	0.00	2570.15	0.00	372503.76
4+730.000	264.58	0.00	2647.40	0.00	375283.53
4+740.000	271.96	0.00	2682.70	0.00	378100.36
4+750.000	267.39	0.00	2696.75	0.00	380931.95
4+760.000	204.14	0.00	2357.65	0.00	383407.48
4+770.000	149.34	0.00	1767.40	0.00	385263.25
4+780.000	130.60	0.00	1399.70	0.00	386732.94
4+788.514	145.79	0.00	1176.59	0.00	387968.36
4+790.000	148.70	0.00	218.81	0.00	388198.10
4+800.000	157.44	0.00	1530.70	0.00	389805.34
4+810.000	136.88	0.00	1471.60	0.00	391350.52

Continúa...

Tabla 99. Resumen de volumen neto para curva de masas Continuación...

Curva de masas					
Abcisas	Área corte	Área relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen neto
4+820.000	115.39	0.00	1261.35	0.00	392674.94
4+830.000	91.93	0.00	1036.60	0.00	393763.37
4+840.000	73.76	0.00	828.45	0.00	394633.24
4+850.000	59.48	0.00	666.20	0.00	395332.75
4+860.000	51.23	0.00	553.55	0.00	395913.98
4+869.872	71.10	0.00	603.82	0.00	396547.99
4+870.000	71.40	0.00	9.12	0.00	396557.57
4+876.871	81.17	0.00	524.15	0.00	397107.93
4+879.819	82.84	0.00	241.75	0.00	397361.77
4+880.000	82.98	0.00	15.01	0.00	397377.52
4+890.872	93.59	0.00	959.83	0.00	398385.35
4+900.000	107.24	0.00	916.59	0.00	399347.77
4+901.924	110.26	0.00	209.23	0.00	399567.46
4+918.503	122.11	0.00	1926.23	0.00	401590.01
4+920.000	122.74	0.00	183.27	0.00	401782.44
4+940.000	142.47	0.00	2652.10	0.00	404567.14
4+960.000	170.43	0.00	3129.00	0.00	407852.59
4+980.000	190.32	0.00	3607.50	0.00	411640.47
5+000.000	157.08	0.00	3474.00	0.00	415288.17
5+020.000	139.31	0.00	2963.90	0.00	418400.26
5+040.000	144.44	0.00	2837.50	0.00	421379.64
5+060.000	198.57	0.00	3430.10	0.00	424981.24
5+080.000	203.25	0.00	4018.20	0.00	429200.35
5+100.000	204.82	0.00	4080.70	0.00	433485.09
5+120.000	184.87	0.00	3896.90	0.00	437576.83
5+140.000	103.85	0.00	2887.20	0.00	440608.39
5+160.000	22.81	3.43	1266.60	34.30	441902.31
5+180.000	0.00	47.93	228.10	513.60	441602.53
5+200.000	0.00	80.69	0.00	1286.20	440252.02
5+220.000	0.00	101.68	0.00	1823.70	438337.14
5+240.000	0.00	123.64	0.00	2253.20	435971.28
5+260.000	0.00	140.98	0.00	2646.20	433192.77
5+280.000	0.00	139.53	0.00	2805.10	430247.41
5+300.000	0.00	110.47	0.00	2500.00	427622.41
5+320.000	0.00	56.02	0.00	1664.90	425874.27
5+340.000	7.53	6.60	75.30	626.20	425295.82
5+360.000	45.45	0.00	529.80	66.00	425782.81
5+380.000	37.31	0.10	827.60	1.00	426650.74
5+400.000	28.02	0.43	653.30	5.30	427331.14
5+411.121	0.00	0.00	155.81	2.39	427492.23

Elaboración: Milton Eduardo León Lomas

CAPÍTULO 7

DISEÑO DE PAVIMENTOS

7.1 Antecedentes

7.1.1 Introducción.

En nuestro país, el diseño de las estructuras de pavimentos rígidos, flexibles es realizado utilizando las recomendaciones establecidas en la guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) edición de 1993, la cual corresponde a una metodología empírica.

Sin embargo, existen otros métodos de diseño para estructuras de pavimento tal como el desarrollado por la Portland Cement Association (PCA) edición 1984.

Para este proyecto se considera importante realizar un análisis comparativo de las metodologías propuestas por la AASHTO para diseño de pavimento flexible y por la PCA para diseño de pavimento rígido, también evaluar las ventajas y limitantes de los mismos como alternativas de diseño para el proyecto.

7.1.2 Clima y lluvias.

La precipitación media anual que recibe la zona del proyecto es de aproximadamente 1774 mm. (Universidad Politécnica Salesiana, 2013, pág. 56)

Durante el año se registra una época seca y otra de lluvias. La época seca comprende los meses de junio, julio y agosto. El mes más lluvioso es abril con una precipitación promedio de 200,0 mm y el mes más seco es julio con una precipitación promedio de 42,1 mm.

7.1.3 Geología de la zona.

La geología de la zona corresponde a la formación cangahua que conforma tobas alteradas, típicamente de colores amarillentos a marrones, intercalada con caídas de cenizas, pómez, y algunas veces flujos de lodos. Posee una textura limo – arenosa, además contiene a veces material orgánico.

7.2 Investigación de la subrasante

7.2.1 Investigación del subsuelo.

Para evaluar el suelo de la subrasante de la vía de 5.50 kilómetros se han realizado calicatas cada 500m, cumpliendo con lo establecido en la norma los suelos de la subrasante fueron muestreados en la profundidad explorada de hasta 1,5 m.

Los resultados de los ensayos se indican en el capítulo 2 geología y geotecnia.

La resistencia al corte del suelo a lo largo de la avenida se obtuvo los siguientes sectores:

Sector 1: Abscisas 0+000 - 3+500 CBR DE DISEÑO= 11.50%

Sector 2: Abscisas 3+500 - 5+500 CBR DE DISEÑO= 5.80%

De la información se observa el CBR para el diseño de la estructura del pavimento de 11.5% para el sector 1. De acuerdo a la tabla 3 y al valor de CBR para este sector se considera cualitativamente a la subrasante como buena.

Se observa el CBR para el diseño de la estructura del pavimento de 5.8 % para el sector 2. De acuerdo a la tabla 3 y al valor de CBR para este sector se considera cualitativamente a la subrasante como regular.

7.2.2 Condiciones de la subrasante.

El trazado de la avenida casi en su totalidad se desarrolla sobre la unidad cangagua y sobre suelos residuales de la unidad, los cuales son de tipo arcillas y limos.

Se ha dividido el proyecto en 3 tramos con el fin de exponer con claridad las características geológicas-geotécnicas.

7.3 Metodología empleada en el diseño

7.3.1 Generalidades.

7.3.1.1 Pavimento.

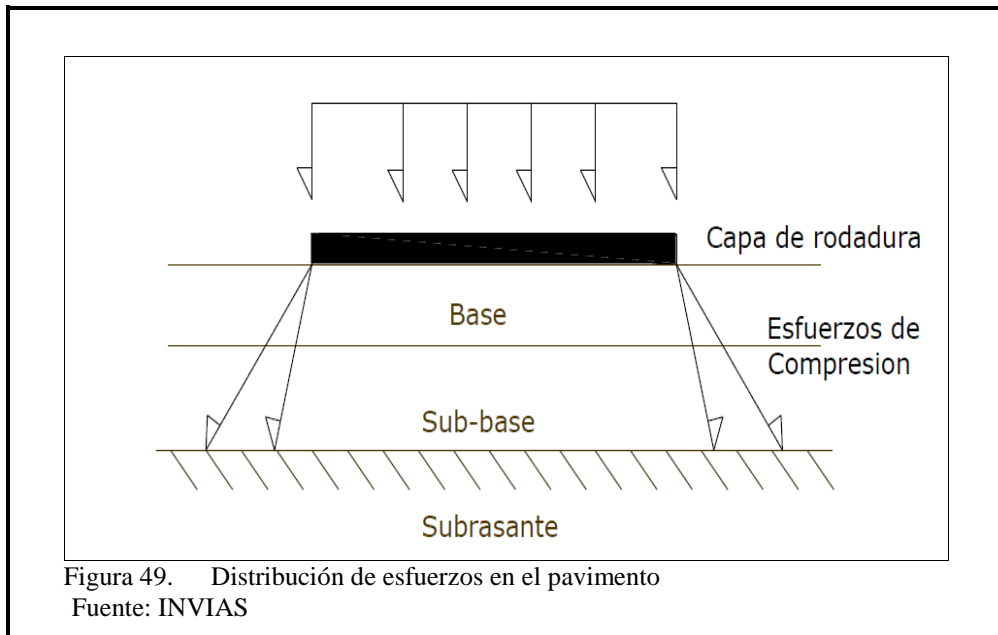
Es una estructura compuesta por un conjunto de capas de material seleccionado que recibe en forma directa las cargas del tránsito y que las transmiten a estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. (Torres, 2010, pág. 5)

7.3.1.2 Nomenclatura y función de las diferentes capas de pavimento.

La calidad de las capas es decreciente con la profundidad, de acuerdo con la distribución normal de las tensiones a través de la estructura del pavimento. La capacidad estructural de un pavimento depende de la capacidad de distribución de las cargas por cada una de las capas y de la capacidad portante de la subrasante.

A medida que se aumente la calidad de las capas estructurales del pavimento, el espesor total de este se reduce ya que la magnitud de la presión vertical límite que soporta la subrasante, dependerá de las características de las capas superiores de la explanación. (Torres, 2010, pág. 5)

La siguiente figura representa la distribución de esfuerzos del pavimento.



7.3.1.3 Subrasante.

Aquel que sirve de cimentación al pavimento que queda después de haber terminado el movimiento de tierra, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en el proyecto geométrico.

- Si el terreno de cimentación es pésimo (material orgánico) debe desecharse y sustituirse por otro de mejor calidad.
- Si el terreno de fundación es malo y se halla formado por un suelo fino limoso o arcilloso, susceptible de saturación, debe colocarse material de mejoramiento, una sub-base granular de material seleccionado antes de poner la base y capa de rodadura.
- Si el terreno de fundación es regular o bueno o sea que está formado por un suelo bien graduado que no ofrece peligro de saturación o por un material de granulometría gruesa posiblemente no se requerirá el material de sub-base.
- Si el terreno de fundación es excelente es decir que tiene un valor de soporte elevado y no existe además la posibilidad de saturación

se deberá colocar una base granular de regularización antes de colocar la capa de rodadura. (Torres, 2010, pág. 6)

7.3.1.4 Sub-base.

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante y tiene por objeto:

- Servir de capa de drenaje al pavimento.
- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales del material de subrasante.
- Controlar la capilaridad del agua proveniente de las capas o niveles freáticos cercanos protegiendo al pavimento de los hinchamientos.

Los materiales a emplearse deberán tener un coeficiente de desgaste máximo del 50%, de acuerdo con el ensayo de Abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (Torres, 2010, pág. 6)

7.3.1.5 Base.

Según la capa que tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación. (Torres, 2010, pág. 6)

7.3.1.6 Capa de rodadura.

Según es la parte superior y la capa más rígida del pavimento flexible o rígido es comparativamente más fina que el resto de las capas, pero la de mayor resistencia y calidad. Debe ser resistente a las presiones

verticales y horizontales impuestas por la acción directa de los neumáticos de los vehículos, resistente a la abrasión, impermeable y a la vez de elevado coeficiente de fricción en su superficie, así como soportar sin degradarse por la acción directa y destructiva de los agentes atmosféricos. (Torres, 2010, pág. 6)

7.3.2 Consideraciones previas.

El diseño de pavimentos sigue el procedimiento y metodología de la para diseño de pavimento flexible y para el diseño rígido el método PCA.

Cabe señalar que el clima en el sitio del proyecto es semi – húmedo con un promedio anual 1774 mm. Los suelos de subrasante consisten en suelos malos para subrasante con valores de CBR´s de 5.8 y 11.5 bueno para subrasante en los respectivos tramos de análisis.

7.3.2.1 Método del PCA para alternativa de pavimento rígido.

El método de diseño de la Portland Cement Association, es exclusivamente un método de diseño desarrollado para pavimentos de concreto hidráulico.

En general, el método de diseño de la PCA está basado en el análisis compresivo de esfuerzos en el concreto y deflexiones en las juntas del pavimento, esquinas, y bordes.

7.3.2.2 Criterios de diseño del método de la PCA.

El método de diseño de la PCA considera dos criterios de falla:

- El criterio de erosión de la sub-base por debajo de las losas, el cual reconoce que el pavimento puede fallar por un excesivo bombeo (erosión del terreno de soporte de la losa de concreto) y diferencias de elevaciones en las juntas.

- El criterio del esfuerzo de fatiga, el cual reconoce que el pavimento pueda fallar debido a excesivas repeticiones de carga. (Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón, 2010, pág. 2)

7.3.2.3 Factores de diseño del método de la PCA.

El diseño de espesores se realiza basándose principalmente en cinco factores:

- Resistencia a la flexión del concreto, (Módulo de ruptura, MR).
- Soporte de la subrasante, o de la combinación de subbase y subrasante, (K).
- Periodo de diseño.
- Los pesos, frecuencias, y tipo de tráfico pesado que el pavimento soportará, (Tráfico).
- Factor de seguridad para las cargas, (FS). (Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón, 2010, pág. 4)

7.3.2.4 Método AASHTO para alternativa de pavimento flexible.

Se usa la metodología convencional, es decir se calcula el número estructural necesario para soportar la carga de tráfico esperada, y se establecen las diferentes capas de materiales que se propone emplear para alcanzar este número estructural.

Se debe tener en cuenta que las ecuaciones originales fueron desarrolladas bajo determinados escenarios climáticos y con un conjunto específico de materiales de pavimento y suelos de subrasante. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 158)

7.3.2.5 Factores técnicos que intervienen en el método AASHTO.

a) Tráfico (T)

Las cargas que soportan los pavimentos provienen de los diferentes tipos de vehículos que circulan por la vía. Para lo cual se debe determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

b) Valor de soporte del suelo C.B.R.

El CBR es una medida indirecta de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo dadas condiciones de humedad y densidad.

c) Módulo de resiliencia

En el método de diseño de la AASHTO, se introduce el concepto de módulo de resiliencia MR para caracterizar la capacidad de carga de la subrasante, materiales de base, sub-base y su determinación se lo realiza mediante las siguientes fórmulas que correlacionan el C.B.R.(%) con el módulo de resiliencia MR (Psi):

Módulo de resiliencia

- Si $CBR < 10\%$ → $MR = 1500 (CBR)$
- Si $10\% < CBR < 20\%$ → $MR = 3000 (CBR)^{0.65}$
- Suelos granulares → $MR = 4326 \ln (CBR) + 241$

Fuente: Diseño estructural de caminos - Método AASHTO'93

d) Nivel de confiabilidad R

El nivel de confiabilidad, se puede determinar en base a las recomendaciones de la AASHTO

e) Índice de servicio (Pt)

El índice de servicio de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado. Se tiene un índice de servicio presente PSI mediante el cual se califica al pavimento entre 0 (pésimas condiciones) y 5 (perfecto).

En el diseño del pavimento se deben elegir el índice de servicio inicial y final.

La inicial (Po) es función del diseño del pavimento y de la calidad de construcción, y a la final o terminal (Pt) es función de la categoría o importancia de la vía.

f) Número estructural SN

La solución del procedimiento de diseño de la AASHTO está en términos de un número estructural, es un valor abstracto que representa la resistencia total de un pavimento para una determinada condición de subrasante expresada por su Modulo de resiliencia, para condiciones particulares de tránsito e índice de servicio al final de su vida útil.

Para el cálculo del número estructural se desarrolla la siguiente ecuación:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R(S_o) + 9.36 * \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:

- W18 = Número de aplicaciones de carga de un eje equivalente a 8.2T
ZR = Valor de “Z” correspondiente a la curva estandarizada
So = Error estándar de la predicción de tráfico y ejecución
ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial PSIo y PSIf
MR = Módulo de resiliencia (psi)
SN = Número estructural indicativo del espesor total de pavimento requerido (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 159)

7.3.3 Resistencia de la subrasante.

7.3.3.1 Valor de soporte del suelo C.B.R.

El C.B.R. es una medida del suelo a la penetración de un pistón de 3 pulgadas cuadradas de área de una probeta de 6 pulgadas (15 cm) de diámetro y 5 pulgadas (12.5 cm) de altura, con una velocidad de 1.27 mm/min (0.05 pulgadas/min). La fuerza requerida para forzar al pistón dentro del suelo se mide a determinados intervalos de penetración. estas fuerzas se comparan con las necesarias para producir iguales penetraciones en una muestra patrón que es una piedra partida bien graduada. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 59)

Este método fue desarrollado en el departamento de carreteras de California, por lo que se denomina Índice de Soporte de California C.B.R.

Para su determinación se requiere realizar en términos generales los siguientes ensayos:

- Ensayo de compactación
- Ensayo de esponjamiento
- Ensayo de penetración

Para el cálculo del CBR se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{CBR (0.1 o 0.2)} = \frac{\text{Esfuerzo que produce una deformación de 0.1 o 0.2 en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo que produce una deformación de 0.1 o 0.2 en la muestra patrón}} * 100$$

7.4 Datos del tráfico

7.4.1 Información básica.

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil.

El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos del cálculo, se los transforma un número equivalente de ejes tipo de 80 KN o 18 Kips, los cuales se les denomina “equivalente simple axial load” o ESAL. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 25)

7.4.2 Cargas equivalentes.

Según la obtención del número acumulado de ejes equivalentes parte de la curva de la forma elemental ordinaria de ejes equivalentes en función del periodo en años.

7.5 Diseño de pavimentos

7.5.1 Parámetros de diseño.

Para el presente estudio se realizó el análisis de dos alternativas como diseño, tanto pavimento flexible como pavimento rígido, de los cuales se obtienen los siguientes parámetros para cada alternativa:

Pavimento flexible:

Clase o tipo de vía: colector de 1er orden

Tráfico: tráfico promedio diario anual (TPDA)- Repeticiones de carga

Periodo de Diseño: 20 años

CBR (Índice California Bearing Ratio) de la subrasante:

- Tramo 1: 0+000 - 3+500 = 11.50%

- Tramo 2: 3+500 - 5+500 = 5.80%

Pavimento rígido:

Clase o Tipo de Vía: Colectora de 1er Orden

Tráfico: Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) - Repeticiones de carga

Periodo de Diseño: 20 años

CBR (Índice California Bearing Ratio) de la subrasante:

- Tramo 1: 0+000 - 3+500 = 11.50%
- Tramo 2: 3+500 - 5+500 = 5.80%

Resistencia a la flexión del Hormigón: 40 kg/cm²

Resistencia a la compresión del Hormigón: 300 kg/cm²

7.5.1.1 Tramos de diseño y módulo resiliente de la subrasante.

De las muestras obtenidas en campo y de los análisis de laboratorio realizados por personal capacitado de Laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, se tiene dos tramos que fueron recomendados, con CBRs de diseño con sus respectivos módulos resilientes, los cuales se indica a continuación en la tabla:

Tabla 100. CBRs de diseño y módulos resilientes

CBRs de diseño	
Tramo 1: 0+000 - 3+500	
CBR (Diseño):	11.50%
Módulo Resiliente:	$2555 * (\text{CBR diseño})^{0.61}$
Mr =	$2555 * (11.50)^{0.61}$
Mr =	11335 PSI
Nota: 1 kg/cm ² = 14.21 PSI	
Mr =	798 kg/cm ²
Tramo 2: 3+500 - 5+500	
CBR (Diseño):	5.80%
Módulo resiliente:	$2555 * (\text{CBR diseño})^{0.61}$
Mr =	$2555 * (5.80)^{0.61}$
Mr =	7466 PSI
Nota: 1 kg/cm ² = 14.21 PSI	
Mr =	525 kg/cm ²

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos - Universidad Politécnica Salesiana

Se concluye, de acuerdo a los datos proporcionados por la Universidad Politécnica Salesiana, se tiene dos tramos de diseño con sus respectivos CBRs y módulos resilientes.

Tramo 1, corresponde desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 3+500, con un valor de CBR de diseño de 11.50%.

Tramo 2 corresponde desde la abscisa 3+500 hasta la abscisa 5+500, con un valor de CBR de diseño de 5.80%.

7.5.1.2 Coeficiente de capa.

a) Pavimento flexible

Para el diseño se consideró el método AASHTO - 93, de lo cual se obtuvieron las siguientes tablas, para el coeficiente de capas que van a intervenir en la estructura del pavimento.

En la siguiente tabla se presenta los coeficientes de capas.

Tabla 101. Coeficiente de capas

CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE (CM)
CAPA DE SUPERFICIE		
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1800 LBS	0.134 - 0.173
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 600 LBS	0.079 - 0.118
CARPETA BITUMINOSA MEZCLADA EN EL CAMINO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 300 - 600 LBS	0.059 - 0.098
CAPA DE BASE		
AGREGADOS TRITURADOS GRADUADOS UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 4, CBR > 100%	0.047 - 0.056
GRAVA GRADUADA UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 4, CBR 30 - 60%	0.028 - 0.051
CONCRETO ASFALTICO	ESTABILIDAD DE MARSHALL 1000 - 1600 LBS	0.098 - 0.138
ARENA ASFALTICA	ESTABILIDAD DE MARSHALL 500 - 600 LBS	0.059 - 0.098
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 28 - 46 kg/cm ²	0.079 - 0.139
AGREGADO GRUESO ESTABILIZADO CON CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 7 kg/cm ²	0.089 - 0.119
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 32 kg/cm ²	0.047 - 0.079
CAPA DE SUB - BASE		
ARENA - GRAVA, GRADUADA UNIFORMEMENTE	P.I. 0 - 6, CBR 30%	0.032 - 0.043
SUELO - CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESION 18 - 22 kg/cm ²	0.025 - 0.071
SUELO - CAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION 8 kg/cm ²	0.059 - 0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
ARENA O SUELO SELECCIONADO	P.I. 0 - 10	0.020 - 0.025
SUELO CON CAL	3% MINIMO DE CAL EN PESO DE LOS SUELOS	0.028 - 0.029
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO		
TRIPLE RIEGO		* 0.40
DOBLE RIEGO		* 0.25
SIMPLE RIEGO		* 0.15
	* USAR ESTOS VALORES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMIENTOS BITUMINOSOS, SIN CALCULAR ESPESORES	

Fuente: Diseño estructural de caminos - Método AASHTO'93

En la siguiente tabla se muestra los coeficientes de capa para el diseño de pavimento del proyecto.

Tabla 102. Coeficiente de capa para el diseño de pavimento flexible

Clase de material	Normas	Coeficiente		Adoptado
Capa de superficie Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000 - 1800 lbs	0.134	0.173	0.165
Capa de Base Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000 - 1600 lbs	0.098	0.138	0.110
Capa de sub - base Arena - Grava, gradada uniformemente	P.I. 0 - 6, CBR 30%	0.032	0.043	0.038
Mejoramiento de la subrasante Arena o suelo seleccionado	P.I. 0 - 10	0.020	0.025	0.022

Fuente: (Diseño estructural de caminos - Método Aashto'93)

7.5.1.3 Otras variables.

a) Tipo de Vehículo y cargas propias:

Tanto para el diseño de pavimento flexible y rígido, se considera los coeficientes de capa establecidos en la tabla, para la selección de tipo de vehículos con sus cargas respectivas.

En la siguiente tabla se muestra el tipo de vehículo y carga.

Tabla 103. Tipo de vehículos y carga

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10

Continúa...

Tabla 103. Tipo de vehículos y carga

Continuación...

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Publicas - MTOP

7.5.1.4 Pavimento flexible.

a) Desviación estándar

La predicción del tráfico y el comportamiento previsto del pavimento, también se lo conoce como error estándar. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 159)

La desviación estándar de todas las variables S_o , tiene un rango de variación entre 0.40 y 0.50, por ser una vía de alto tráfico, se adopta el valor de **0.45**.

b) Factor equivalente de carga

La determinación del número de ejes de 8.20 ton que es el eje patrón, para lo cual se considera tres tipos de Ejes, los cuales son eje simple, eje tándem, eje tridem. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 25)

Tabla 104. Factor equivalente de carga

Eje Simple	$F_s = \left\{ \frac{L_s}{8.2} \right\}^4$
Eje Tandem	$F_s = \left\{ \frac{L_t}{15} \right\}^4$
Eje Tridem	$F_s = \left\{ \frac{L_{tr}}{18.2} \right\}^4$

Fuente: Pavimentos de Carreteras, Ing Milton Torres

c) Serviciabilidad

Es la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado, de lo cual se tiene un índice de servicialidad inicial denominado P_o y un índice de servicialidad final denominado P_t , el P_o es función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, el P_f es función de la categoría del camino y adoptada en base a esta y al criterio del proyectista, los valores recomendados son:

Serviciabilidad inicial:

4.5 para pavimentos rígidos

4.2 para pavimentos flexibles

Serviciabilidad final:

2.5 o más para caminos muy importantes

2.0 para caminos de menor tránsito

Los valores adoptados para el diseño de pavimento flexible son: $P_o = 4.0$ e $P_t = 2.5$. (Universidad Nacional de San Juan, 1998, pág. 160)

d) Distribución de tránsito

Es el volumen durante una hora en particular en el sentido predominante expresado como un porcentaje del volumen en ambos sentidos durante la misma hora.

Para el diseño se tomara en cuenta una calzada que tenga dos carriles, por lo que

$DT = 0.50\%$ en cada carril.

$$N_{8.2} = \left\{ \frac{TPDA_o + TPDA_f}{2} \right\} * n * Dt * 365 * FCE$$

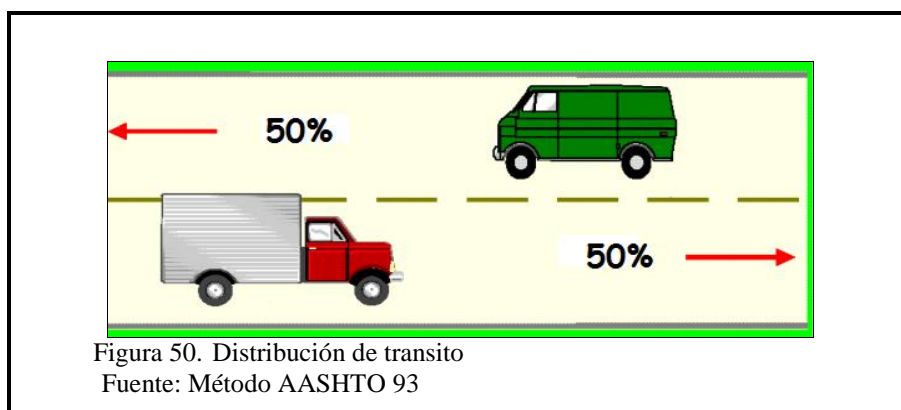


Figura 50. Distribución de tránsito
Fuente: Método AASHTO 93

7.5.1.5 Pavimento rígido.

El diseño del pavimento rígido se realizó utilizando el método Portland Cement Association, para lo cual se considera los siguientes aspectos para realizar el diseño correspondiente.

a) Módulo de reacción de la subrasante

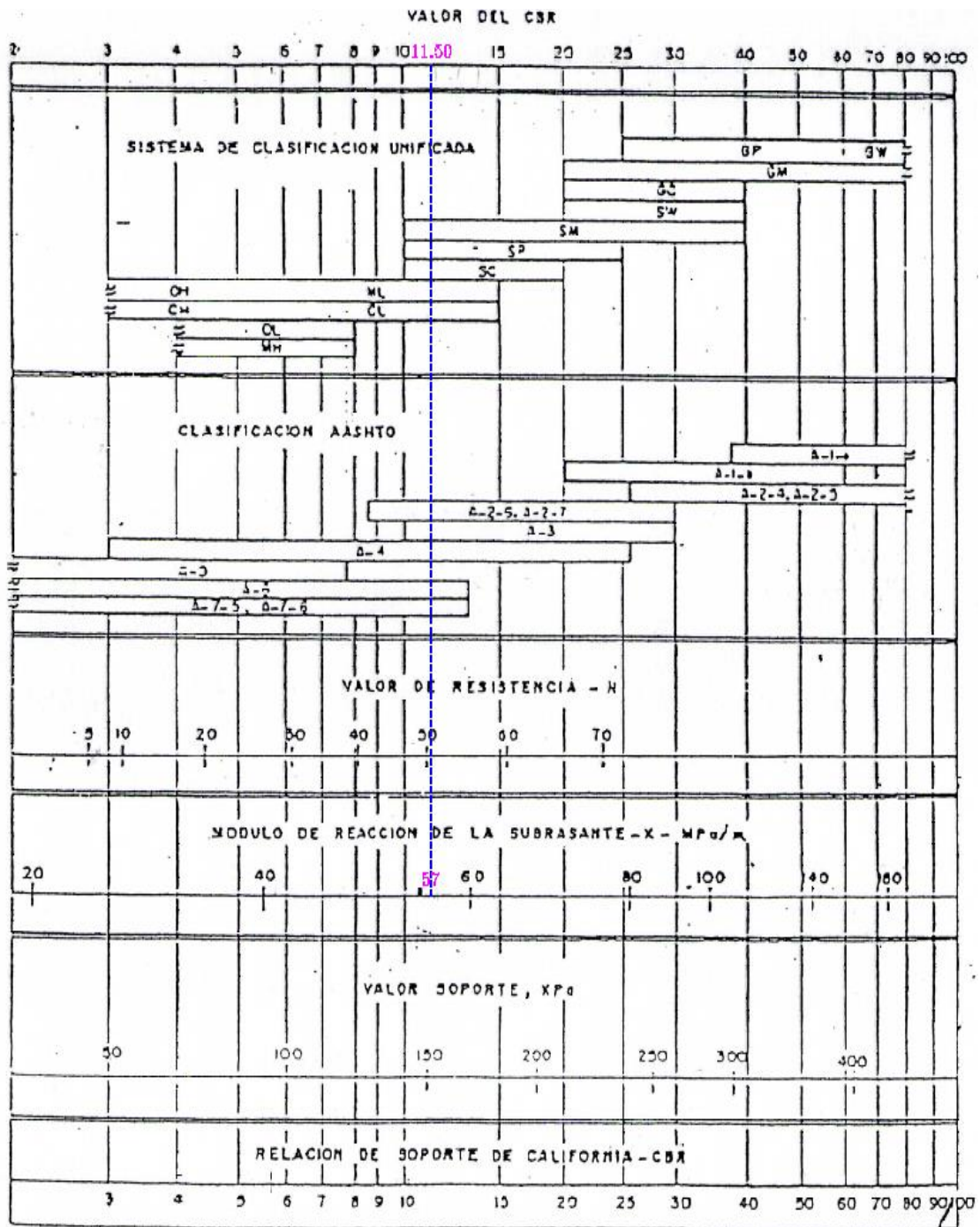
Se obtiene el K de Subrasante, en función del CRB de diseño.

Para el Tramo 1, con CBR= 11.50%, se tiene un valor de $K_{SUBRASANTE} = 57$ MPas/m.

Para el Tramo 2, con CBR= 11.50%, se tiene un valor de $K_{SUBRASANTE} = 41$ MPas/m.

En la siguiente tabla se presenta las relaciones aproximadas entre los valores de resistencia y la clasificación del suelo

Tabla 105. Relación aproximadas entre los valores de resistencia y la clasificación del suelo



Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles – PCA

b) Factor K conjunto

Para obtener el valor de K conjunto, se obtiene de la tabla 106, una vez que se define el módulo de reacción de la subrasante, por lo tanto los valores que se adoptaron son los siguientes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 106. Efecto sobre el valor de (K) de una sub base granular

Subgrade k value		Sub base k value							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPas	PCI	MPas	PCI	MPas	PCI	MPas	PCI	MPas	PCI
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
57								80	
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles - PCA

De la tabla de anterior se obtiene lo siguiente:

Para el Tramo 1, con CBR= 11.50%, se tiene un valor de KCONJUNTO (SUBRASANTE+SUB BASE) = 80 MPas/m.

Para el Tramo 2, con CBR= 11.50%, se tiene un valor de KCONJUNTO (SUBRASANTE+SUB BASE) = 60 MPas/m.

c) Tasas de crecimiento de tráfico

El valor que se adopta para la tasa anual de crecimiento vehicular con un factor de proyección de 20 años, es de 1.2 de acuerdo a la tabla 107.

Tabla 107. Tasas anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes

Tasa anual de crecimiento de tráfico	Factor de Proyección, 20 años	Factor de Proyección, 40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles - PCA

7.5.2 Consideraciones previas al diseño.

7.5.2.1 Pavimento flexible.

a) Confiabilidad para varias clasificaciones funcionales

Para el diseño se debe considerar primero la confiabilidad, de lo cual se obtiene de la tabla 108, de la cual se adopta un valor $R = 85\%$.

Tabla 108. Clasificación funcional y confiabilidad

Clasificación funcional	Niveles recomendados	
	Urbanos	Rurales
Carreteras interestatales y viaductos	85 - 99.9	80 - 99.9
Arteriales principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Diseño estructural de caminos - Método AASHTO'93

b) Calidad de drenaje

Se debe considerar también la calidad de drenaje, para lo cual se tomara en cuenta los meses pluviosos, que de acuerdo a los análisis y estudios realizados en el capítulo de Hidrología nos determina 9 meses de lluvia. Los valores para la determinación de calidad de drenaje se obtienen de las siguientes tablas.

Tabla 109. Calidad de drenaje

Drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes

Fuente: Diseño estructural de caminos - Método AASHTO'93

En la siguiente tabla se muestra los coeficientes de drenaje.

Tabla 110. Calidad de drenaje

Calidad	El agua se remueve en	Porcentajes de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
		< 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25 %
Excelente	2 a 4 horas	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	12 a 24 horas	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Normal	3 a 6 días	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	18 a 36 días	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	Más de 36 días	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: Diseño estructural de caminos - Método AASHTO'93

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los datos utilizados para drenaje, para cada una de las capas de la estructura de pavimento:

Tabla 111. Calidad de drenaje

Estructura	Drenaje	Coficiente
Rodadura	Bueno	1.00
Base	Regular	0.80
Sub base	Regular	0.80
Mejoramiento	Regular	0.80

Fuente: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

c) Numero Estructural (SN)

Para la determinación del número estructural, se obtiene del siguiente nomograma (tabla 112).

Tabla 112. Número estructural

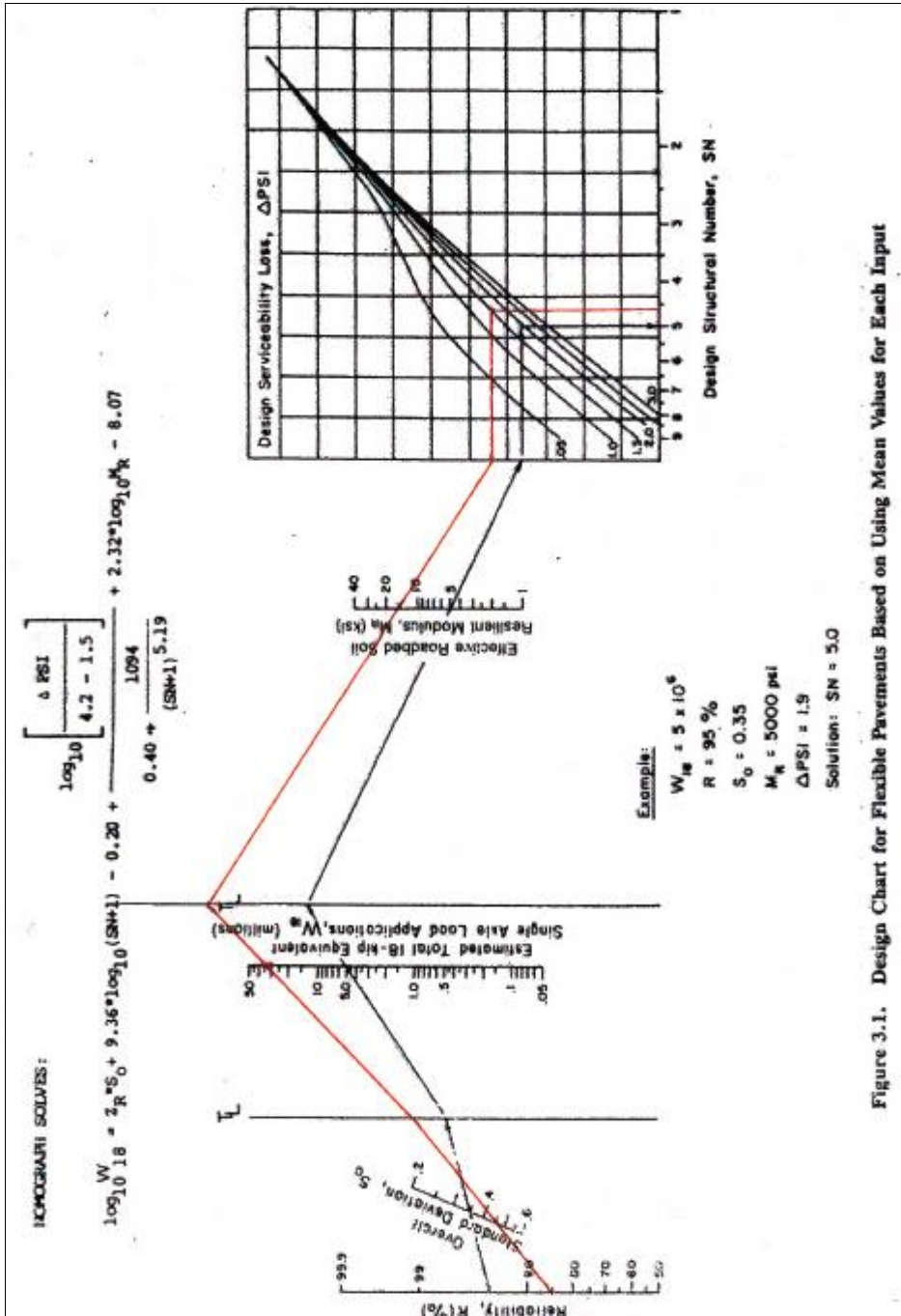


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

Fuente: Diseño Estructural de Caminos - Método Aashto'93

7.5.2.2 Pavimento rígido.

a) Análisis de fatiga

Se determina el esfuerzo equivalente, el factor de erosión, y la relación de esfuerzo, el esfuerzo equivalente se obtiene de la tabla 113 y el factor de erosión de la tabla 114, mientras tanto el valor de la relación de esfuerzo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de esfuerzo} = \frac{\text{Esfuerzo equivalente}}{\text{Módulo de Rotura}}$$

Tabla 113. Esfuerzo equivalente sin berma de concreto

Slab (base) thickness (mm)	k of subgrade-subbase (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	5.42/4.39	4.75/3.83	4.38/3.59	4.13/3.44	3.65/3.22	3.45/3.15
110	4.74/3.88	4.16/3.35	3.85/3.12	3.63/2.97	3.23/2.76	3.06/2.68
120	4.19/3.47	3.69/2.98	3.41/2.75	3.23/2.62	2.88/2.40	2.73/2.33
130	3.75/3.14	3.30/2.68	3.06/2.46	2.89/2.33	2.59/2.13	2.46/2.05
140	3.37/2.87	2.97/2.43	2.76/2.23	2.61/2.10	2.34/1.90	2.23/1.83
150	3.06/2.64	2.70/2.23	2.51/2.04	2.37/1.92	2.13/1.72	2.03/1.65
160	2.79/2.45	2.47/2.06	2.29/1.87	2.17/1.76	1.95/1.57	1.86/1.50
170	2.56/2.28	2.26/1.91	2.10/1.74	1.99/1.63	1.80/1.45	1.71/1.38
180	2.37/2.14	2.09/1.79	1.94/1.62	1.84/1.51	1.66/1.34	1.58/1.27
190	2.19/2.01	1.94/1.67	1.80/1.51	1.71/1.41	1.54/1.25	1.47/1.18
200	2.04/1.90	1.80/1.58	1.67/1.42	1.59/1.33	1.43/1.17	1.37/1.11
210	1.91/1.79	1.68/1.49	1.56/1.34	1.48/1.25	1.34/1.10	1.28/1.04
220	1.79/1.70	1.57/1.41	1.46/1.27	1.39/1.18	1.26/1.03	1.20/0.98
230	1.68/1.62	1.48/1.34	1.38/1.21	1.31/1.12	1.18/0.96	1.13/0.92
240	1.58/1.55	1.39/1.28	1.30/1.15	1.23/1.06	1.11/0.93	1.06/0.87
250	1.49/1.48	1.32/1.22	1.22/1.09	1.16/1.01	1.05/0.88	1.00/0.83
260	1.41/1.41	1.25/1.17	1.16/1.05	1.10/0.97	0.99/0.84	0.95/0.79
270	1.34/1.36	1.18/1.12	1.10/1.00	1.04/0.93	0.94/0.80	0.90/0.75
280	1.28/1.30	1.12/1.07	1.04/0.96	0.99/0.89	0.89/0.77	0.86/0.72
290	1.22/1.25	1.07/1.03	0.99/0.92	0.94/0.85	0.85/0.74	0.81/0.69
300	1.16/1.21	1.02/0.99	0.95/0.89	0.90/0.82	0.81/0.71	0.78/0.66
310	1.11/1.16	0.97/0.96	0.90/0.86	0.86/0.79	0.77/0.68	0.74/0.64

Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles – PCA

Tabla 114. Factor de erosión sin berma de concreto

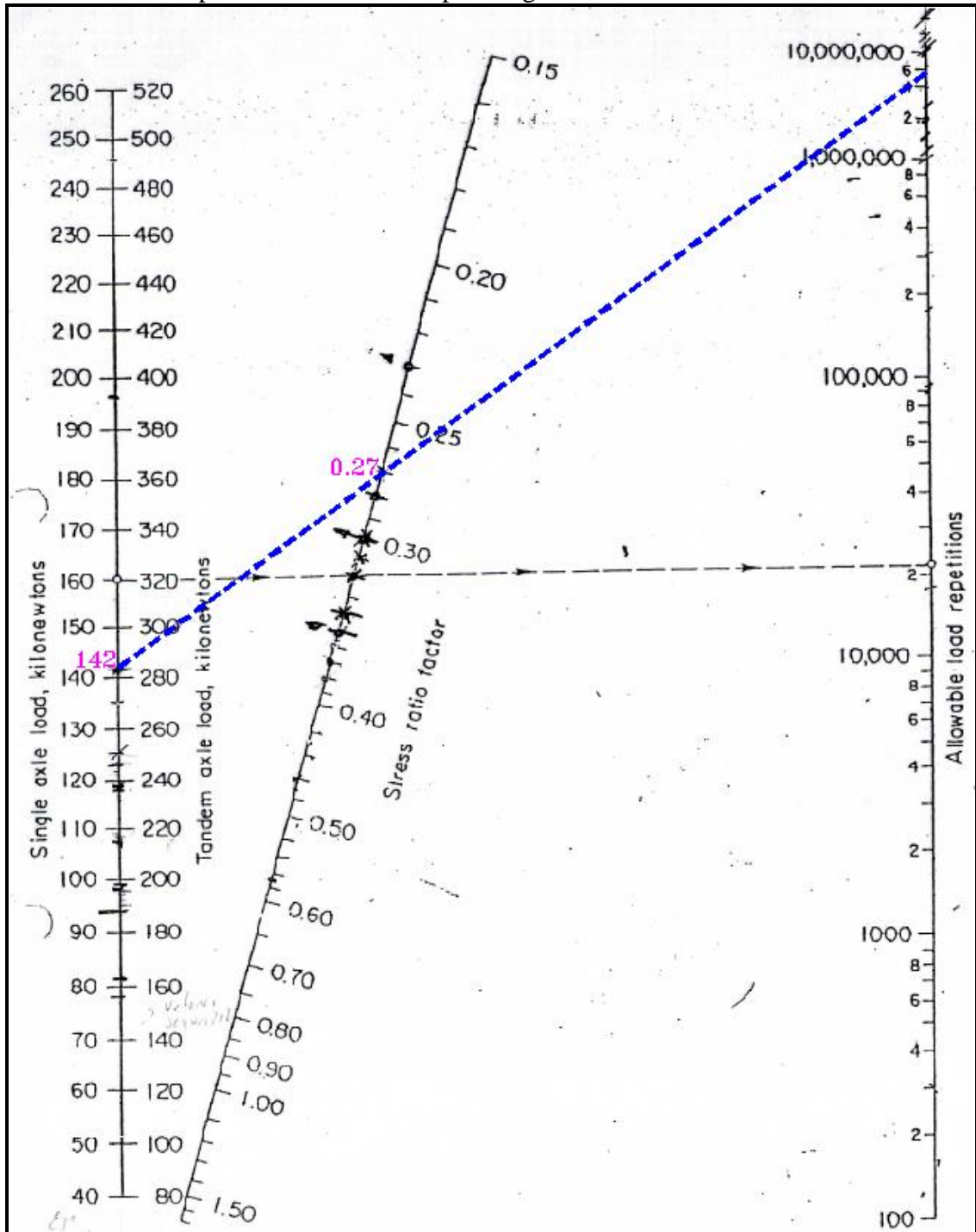
Slab (thickness (mm))	k of subgrade-subbase (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
100	3.76/3.83	3.75/3.79	3.74/3.77	3.74/3.76	3.72/3.72	3.70/3.70
110	3.63/3.71	3.62/3.67	3.61/3.65	3.61/3.63	3.59/3.60	3.58/3.58
120	3.52/3.61	3.50/3.56	3.49/3.54	3.49/3.52	3.47/3.49	3.46/3.47
130	3.41/3.52	3.39/3.47	3.39/3.44	3.38/3.43	3.37/3.39	3.35/3.37
140	3.31/3.43	3.30/3.38	3.29/3.35	3.28/3.33	3.27/3.30	3.26/3.28
150	3.22/3.36	3.21/3.30	3.20/3.27	3.19/3.25	3.17/3.21	3.16/3.19
160	3.14/3.28	3.12/3.22	3.11/3.19	3.10/3.17	3.09/3.13	3.08/3.12
170	3.06/3.22	3.04/3.15	3.03/3.12	3.02/3.10	3.01/3.06	3.00/3.04
180	2.99/3.16	2.97/3.09	2.96/3.06	2.95/3.03	2.93/2.99	2.92/2.97
190	2.92/3.10	2.90/3.03	2.88/2.99	2.88/2.97	2.86/2.93	2.85/2.91
200	2.85/3.05	2.83/2.97	2.82/2.94	2.81/2.91	2.79/2.87	2.78/2.85
210	2.79/2.99	2.77/2.92	2.75/2.88	2.75/2.86	2.73/2.81	2.72/2.79
220	2.73/2.95	2.71/2.87	2.69/2.83	2.69/2.80	2.67/2.76	2.66/2.73
230	2.67/2.90	2.65/2.82	2.64/2.78	2.63/2.75	2.61/2.70	2.60/2.68
240	2.62/2.86	2.60/2.78	2.58/2.73	2.57/2.71	2.55/2.66	2.54/2.63
250	2.57/2.82	2.54/2.73	2.53/2.69	2.52/2.66	2.50/2.61	2.49/2.59
260	2.52/2.78	2.49/2.69	2.48/2.65	2.47/2.62	2.45/2.56	2.44/2.54
270	2.47/2.74	2.44/2.65	2.43/2.61	2.42/2.58	2.40/2.52	2.39/2.50
280	2.42/2.71	2.40/2.62	2.38/2.57	2.37/2.54	2.35/2.48	2.34/2.46
290	2.38/2.67	2.35/2.58	2.34/2.53	2.33/2.50	2.31/2.44	2.30/2.42
300	2.34/2.64	2.31/2.55	2.30/2.50	2.29/2.48	2.26/2.41	2.26/2.38
310	2.29/2.61	2.27/2.51	2.25/2.46	2.24/2.43	2.22/2.37	2.21/2.34
320	2.25/2.58	2.23/2.48	2.21/2.43	2.20/2.40	2.18/2.33	2.17/2.31
330	2.21/2.55	2.19/2.45	2.17/2.40	2.16/2.36	2.14/2.30	2.13/2.28
340	2.18/2.52	2.15/2.42	2.14/2.37	2.12/2.33	2.10/2.27	2.09/2.24
350	2.14/2.49	2.11/2.39	2.10/2.34	2.09/2.30	2.07/2.24	2.06/2.21

Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles - PCA

b) Repeticiones admisibles

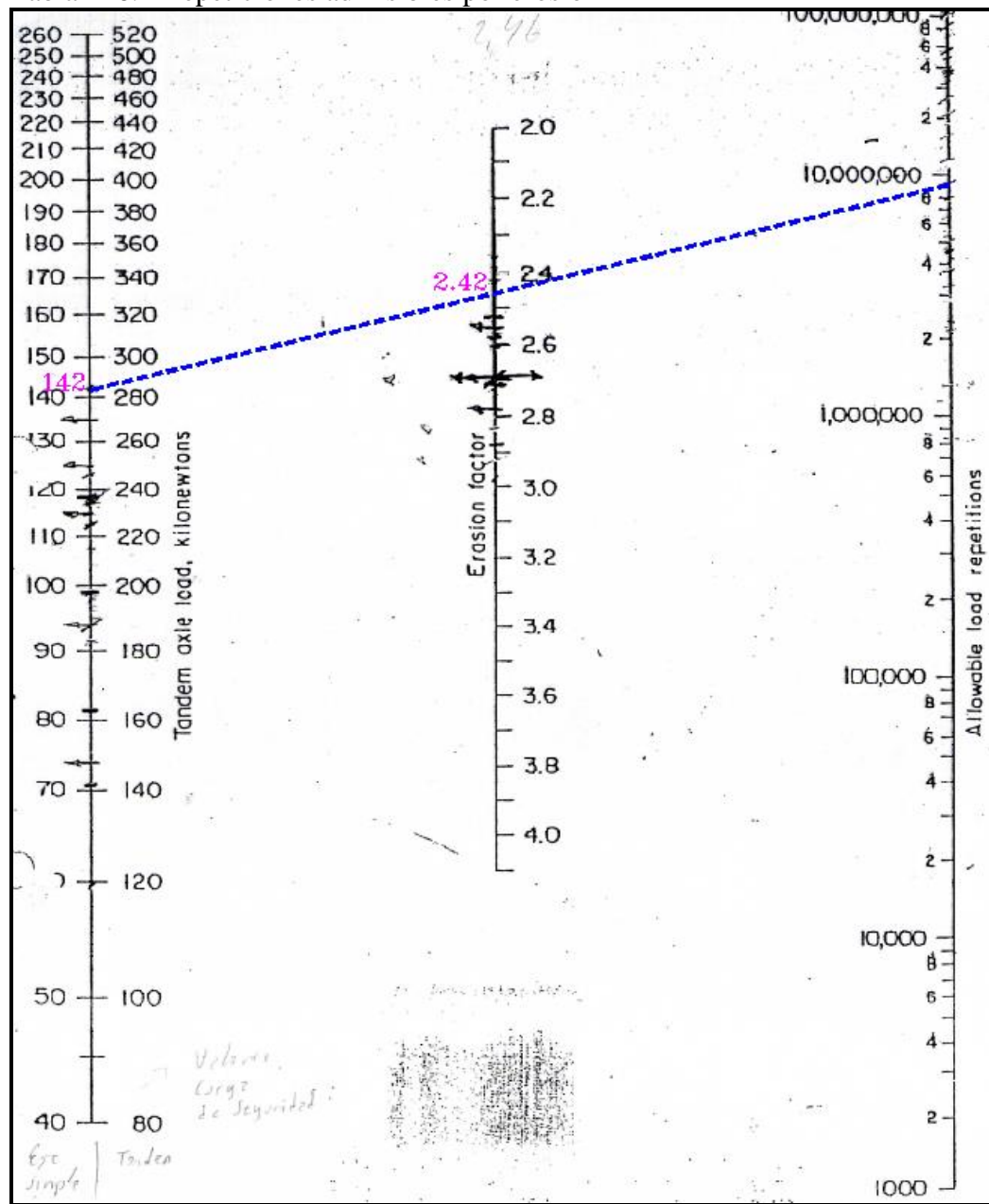
Para determinar las repeticiones admisibles por fatiga se obtiene de la tabla 115 y las repeticiones admisibles por erosión de obtiene de la tabla 116, teniendo en los dos casos valores ilimitados cuando queda fuera de las tablas.

Tabla 115. Repeticiones admisibles por fatiga



Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles – PCA

Tabla 116. Repeticiones admisibles por erosión



Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles - PCA

c) Pasadores

Usando pasadores completan la eficiencia de la trabazón de agregados con la colocación de los mismos, se usan en tráfico pesado y clima severo, transmiten las fuerzas de cizalladura como del momento flector. (Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón, 2010, pág. 42)

Los pasadores se determinan de la tabla 117.

Tabla 117. Pasadores de acero

Requisitos mínimos para pasadores de acero en juntas transversales de pavimentos					
Espesor de pavimento		Diámetro del pasador		Longitud Total	Separación
cm		cm	Pulg	cm	cm
10		1.27	1/2	25	30
11	13	1.59	5/8	30	30
14	15	1.91	3/4	35	30
16	18	2.22	7/8	35	30
19	20	2.54	1	35	30
21	23	2.86	1 1/8	40	30
24	25	3.18	1 1/4	45	30
26	28	3.49	1 3/8	45	30
29	30	3.81	1 1/2	50	30

Fuente: Diseño de pavimentos para espesores de hormigón en carreteras y calles - PCA

Por lo tanto los valores que se adopta para los pasadores para el diseño, son los siguientes:

Tramo 1: 0+000 - 3+500

Diámetro del pasador= 3.49 cm o 1 3/8in, longitud total del pasador 45 cm, separación de los mismos 30 cm.

Tramo 2: 3+500 - 5+411.12

Diámetro del pasador= 3.81 cm o 1 1/2in, longitud total del pasador 50 cm, separación de los mismos 30 cm.

7.5.3 Procedimiento de cálculo.

Ver anexo 27: Diseño de pavimento flexible.

Ver anexo 28: Diseño de pavimento rígido.

7.5.4 Resultados de diseño de pavimentos.

7.5.4.1 Pavimento flexible

Para el Tramo 1 con CBR de diseño 11.50%, se obtiene la siguiente estructura:

Tabla 118. Espesores pavimento flexible

Clase de material	Normas	Espesores (cm)
Capa de superficie Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000 - 1800 lbs	7.500
Capa de Base Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshall 500 - 600 lbs	30.000
Capa de sub - base Arena - Grava, gradada uniformemente	P.I. 0 - 6, CBR 30%	30.000
Total =		67.500

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 119. Espesores pavimento flexible

Espesores en centímetros			
Capas	Etapa		Definitivo
	1	2	
	10 años	10 años	20 años
Concreto Asfáltico	5.000	2.500	7.500
Base	30.000	0.000	30.000
Sub Base	30.000	0.000	30.000
			67.500

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Para el Tramo 2 con CBR de diseño 5.80%, se obtiene la siguiente estructura:

Tabla 120. Espesores pavimento flexible

Clase de material	Normas	Espesores (cm)
Capa de superficie Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000 - 1800 lbs	7.500
Capa de Base Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshall 500 - 600 lbs	30.000
Capa de sub - base Arena - Grava, gradada uniformemente	P.I. 0 - 6, CBR 30%	35.000
Mejoramiento de la subrasante Arena o suelo seleccionado	P.I. 0 - 10	45.000
TOTAL =		117.500

Fuente: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 121. Espesores pavimento flexible

Espesores en centímetros			
Capas	Etapa		Definitivo
	1	2	
	10 años	10 años	20 años
Concreto Asfáltico	5.000	2.500	7.500
Base	30.000	0.000	30.000
Sub Base	35.000	0.000	35.000
Mejoramiento	45.000	0.000	45.000
			117.500

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

7.5.4.2 Pavimento rígido.

Para el Tramo 1 0+000 - 3+500, se obtiene la siguiente estructura:

Tabla 122. Espesores pavimento rígido

Capa	Espesores (cm)
Hormigón	27.000
Sub - Base	30.000
TOTAL =	57.000

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Para el Tramo 1 3+500 - 5411.12, se obtiene la siguiente estructura:

Tabla 123. Espesores pavimento rígido

CAPA	ESPESORES (cm)
Hormigón	29.000
Sub - Base	30.000
TOTAL =	59.000

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

CAPÍTULO 8

ESTUDIO DE TRÁFICO

8.1 Introducción

En el diseño de carreteras, los volúmenes de tráfico son parámetros que inciden en la determinación del tipo de vía, espesores de la estructura del pavimento, nivel de servicio beneficios esperados, entre otros aspectos. Así, de acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico del MTOP y en función del tráfico promedio diario anual (TPDA), las vías principales pueden ser clase I, II, III, IV; los espesores de las capas del pavimento a más de la calidad portante de los suelos y las condiciones ambientales, depende de las cargas que los ejes de los vehículos transmiten a la superficie de rodadura; el nivel de servicio está asociado a los atributos que los usuarios perciben por realizar el viaje, entre los que se pueden mencionar: tiempo de viaje, costos de operación, tarifas, peajes comodidad, seguridad, etc; y, los beneficios directos son percibidos por los usuarios por el ahorro en los costos generalizados del transporte.

Consecuentemente, el TPDA es un parámetro muy importante en el diseño de los atributos de la carretera y para su obtención fue necesario realizar varias actividades de campo, entre las cuales se puede mencionar: conteos volumétricos manuales clasificatorios y censos de origen y destino.

A continuación se describe varias metodologías para obtener la información básica para el estudio de tráfico.

8.1.1 Conteos manuales.

Según se cuenta con suficiente personal y adecuadamente preparado, los conteos manuales suministran una información más completa durante períodos de tiempo cortos. Sin embargo, mantener una información permanente con conteos manuales es muy difícil y costoso.

Para realizar un conteo manual un observador anota el paso de cada vehículo llenando un formulario impreso especial o actuando sobre unos contadores manuales montados sobre bandejas especiales, cada vez que un vehículo realiza el movimiento elemental que se está aforando.

Si las intensidades horarias son elevadas, o si se requiere información simultánea de muchos movimientos o de tipos de vehículos, son necesarios varios observadores.

La experiencia demuestra que si se superan los 2000 vehículos/hora, es difícil realizar conteos manuales prolongados, aún con observadores bien entrenados, pues requiere una atención muy concentrada. Es aconsejable, si es preciso clasificar los vehículos, no pasar de 800 veh/hora por observador. A veces se realizan conteos manuales en períodos muy cortos –inferiores a 15 minutos–, de modo que un solo observador puede recoger datos, en la misma hora, de varios movimientos diferentes.

En estudios de tráfico en caminos rurales generalmente no es necesario totalizar volúmenes para períodos menores de una hora. La clasificación que se utiliza es automóviles y jeep, camionetas ómnibus y camiones divididos por números de ejes.

Esta última división de los camiones por números de ejes es importante si luego se utilizan los conteos en el diseño de la carretera. La forma de registro de los vehículos es realizada mediante palotes que se ubican en el lugar correspondiente a la hora y al tipo de vehículos.

La duración de los conteos puede ser desde 24 horas hasta 7 días. Se deberá realizar conteos de 7 días en los lugares donde no existe ningún antecedente sobre las variaciones diarias y en los lugares donde existieran o estuvieran próximos a una estación de 7 días, la duración del conteo puede ser menor.

La ubicación de las estaciones de conteo deberá ser realizada tomando en cuenta las variaciones en el volumen de tráfico que se presentara a lo largo del camino que se estudia.

La localización final de las estaciones será determinada luego de un análisis de la información anterior sobre el tráfico que existiera, complementada con un recorrido por la zona. Se deberán detectar todos los puntos generadores de tráfico y estos sitios deberán ser tomados como divisorios de tramos. Los generadores de tráfico son poblaciones de cierta importancia e intersecciones con caminos principales.

Una vez realizados los conteos se entra en la etapa de procesamiento.

El mismo se realiza mediante la contabilización del tráfico, clasificado por tipo de vehículo, que circuló en cada una de las horas del conteo. Luego se suman los volúmenes horarios correspondientes a cada uno de los días que se realizó el censo.

Si el mismo tuvo una duración de 7 días, el promedio de los volúmenes diarios dará lo que se denomina el Tráfico Promedio Semanal (TPDS), si el conteo tuvo una duración menor deberá ajustárselo para obtener el TPDS. El ajuste se realiza mediante factores que se calculan a partir de una estación de conteo 7 días, de la siguiente manera.

$$TPDS_1 = \frac{TPDS_7}{T_7}$$

Dónde:

TPDS1 = Estimación del TPDS de una estación de conteo de 1 día.

T1 = Tráfico detectado en la estación de conteo de 1 día.

TPDS7 = TPDS de una estación de 7 días.

T7 = Tráfico detectado en la estación de 7 días para el mismo día de la semana.

Luego de obtenido el TPDS, deberá estimarse el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Esto se realiza mediante los factores de corrección estacional.

8.1.2 Conteos automáticos.

Hasta hace pocos años los contadores automáticos utilizados para los conteos eran casi exclusivamente de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de

goma extendido sobre la calzada transmite un impulso a la membrana que cierra un circuito eléctrico.

Con idéntico sistema de funcionamiento existen dos tipos de aparatos: unos totalizadores, que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y otros registradores, dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora.

Otros aparatos funcionan por un sistema análogo, registran gráficamente el paso de vehículos.

En América y en casi todos los países europeos se siguen utilizando aparatos de este tipo, con resultados aceptables.

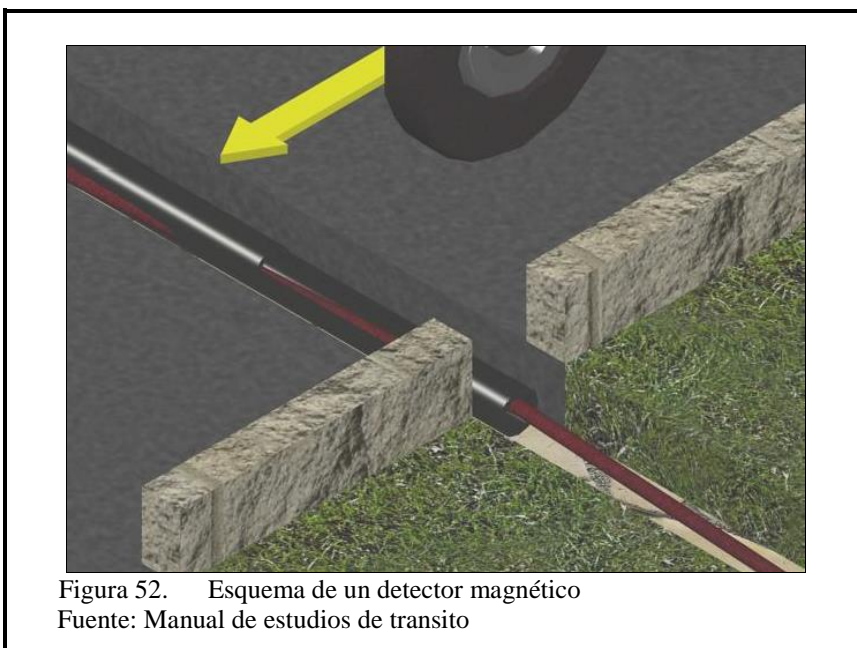
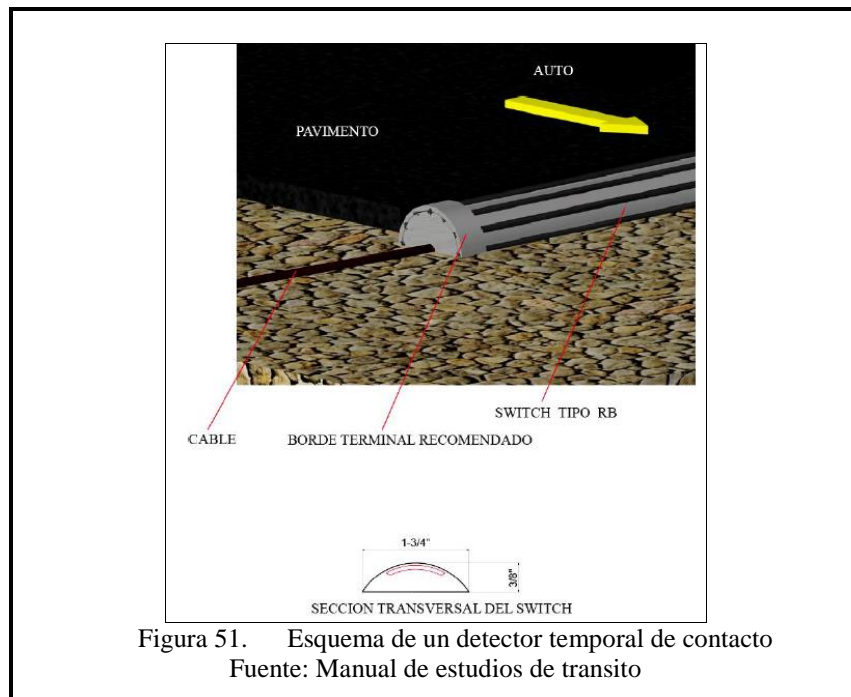
Se utilizan más los registradores, a pesar de que su coste es aproximadamente diez veces más elevado que el de los simples totalizadores.

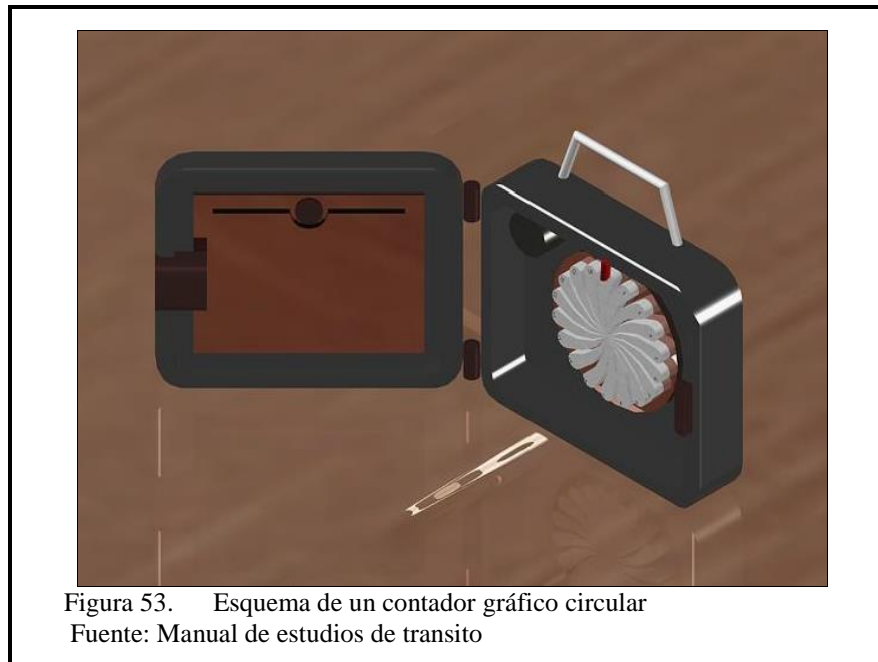
Con aparatos de tipo neumático puede conseguirse fácilmente una precisión del 10 por 100, aunque teóricamente es posible llegar a un error inferior al 4 o 5 por 100.

Influye bastante el cuidado y la experiencia de los operarios que los manejan y de los que atienden a su conservación y reparaciones. El estado de la calzada e incluso la temperatura pueden tener cierta influencia en la precisión de los conteos.

En los últimos años se han extendido considerablemente la utilización de otros aparatos más complejos que fundamentalmente son de cuatro tipos:

- De presión
- Electromagnéticos
- Electrónicos: de radar, ultrasónicos o infrarrojos
- Fotoeléctricos





Aunque todos ellos sirven para el objetivo fundamental de contar el número de vehículos que pasan por una calzada, generalmente se utilizan cuando se pretende algo más que el simple hecho de realizar un conteo.

Por ejemplo, para accionar los semáforos, para conseguir un sistema de control electrónico del tráfico en un cruce, una calle o una zona conflictiva, o para comprobar barreras de peaje.

En algunos casos, aunque todavía con cierto carácter experimental, los aparatos contadores se conectan de modo que sea posible la transmisión directa a distancia de los datos, eliminando uno de los aspectos más dificultades ocasiona un plan de conteos.

Este sistema se sigue, por ejemplo, desde 1965 en el Estado de Georgia (EE.UU.), utilizando las líneas telefónicas por las que llega la información a un ordenador electrónico.

En general y salvo instalaciones complicadas, los conteos mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que los planes de conteo han de complementarse con datos manuales. Sin embargo, determinados aparatos pueden

distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud, aunque por su coste y complicación pocas veces se justifican para fines estadísticos, utilizándose más bien cuando se requiere un control directo y muy preciso. (Por ejemplo, en instalaciones de peaje).

8.1.3 Conteos desde un vehículo.

Es posible conseguir información simultánea sobre intensidades de tráfico y velocidades medias haciendo que un observador desde un vehículo, que circule dentro de la corriente de tráfico, aproximadamente a la velocidad media, tome los datos siguientes:

- a) Vehículos que cruzan (C) con el vehículo piloto.
- b) Vehículos que adelantan al vehículo piloto (A1) y que son adelantados por él (A2).
- c) Tiempo de recorrido (T) en horas.

La intensidad horaria es I.

$$I = \frac{C + A_1 - A_2}{T}$$

Este procedimiento es más exacto si dos vehículos circulan en sentido opuesto para hallar el valor medio, pero si se trata de tramos de longitud no muy grande, un solo vehículo puede hacer viajes de ida y vuelta.

Para obtener con este procedimiento –que desde luego no puede utilizarse en vías de más de dos carriles- una precisión aceptable, es conveniente realizar varios recorridos.

Este sistema sólo suele utilizarse como complemento de otros estudios de tráfico o para obtener rápidamente alguna información de un tramo concreto, pero no como medio sistemático de realizar un plan de conteos; los resultados son más fiables si las intensidades de tráfico no son muy distintas en los dos sentidos.

Si las condiciones de aplicación son adecuadas, la fiabilidad de este método parece que es del mismo orden de la de unos conteos normales de la misma duración, en cuanto al conocimiento del tráfico global en la zona recorrida.

8.1.4 Fotografía.

Una serie de fotografías sucesivas pueden servir para medir intensidades y velocidades de vehículos o peatones, densidades y grado de ocupación de las calzadas.

Sin embargo, no es una forma habitual de realizar este tipo de estudios, ya que resulta un procedimiento demorado y costoso. (Asociación Mexicana de Caminos, 1995, pág. 8)

8.2 Objetivos

8.2.1 Objetivo general.

Asignar los volúmenes actuales y futuros del tráfico vehicular al proyecto avenida Padre Carollo, clasificado por clase de vehículo, para definir las características del tipo de vía requerido de acuerdo a la demanda estimada en el período de vida útil del proyecto.

8.2.2 Objetivos específicos.

- Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual, en base de conteos automático de vehículos de corta duración (7 días - 24 h/día), en una estación que permita obtener volúmenes de tráfico representativo del proyecto.
- Clasificar el TPDA según el tipo de vehículo en: livianos, buses y camiones de 2, 3, 5 y 6 ejes, mediante conteos manuales de 7 días de duración.
- En base a las tasas de crecimiento proyectar el TPDA para el periodo de diseño del proyecto; es decir, 10 y 20 años.

8.3 Metodología del estudio

Para asignar el volumen de tráfico vehicular a la avenida Padre Carollo, se realizarán las siguientes actividades de campo y oficina:

8.3.1 Actividades de campo.

- La investigación de campo se concentra en la recolección de información de los volúmenes de la demanda de vehículos; para lo cual se realizó la recopilación de información existente de conteos volumétricos automáticos ubicados en un punto estratégico para el proyecto.
- Debido a que los contadores automáticos de tráfico registran ejes, fue necesario realizar conteos de clasificación; para lo cual se tomó una muestra representativa del universo considerado.
- Los conteos de clasificación se realizaron en la segunda semana de junio del 2013, se utilizó equipo electrónico (video cámara) y posteriormente de registraron en un formulario diseñado para el efecto, los vehículos por tipo y sentido de circulación.
- Se realizó encuestas de origen: Destino de una muestra representativa del universo para la asignación del tráfico al proyecto; se utilizó personal previamente capacitado que registraron en un formulario diseñado para el efecto.
- Inventario vial: longitud, ancho de calzada, tipo de superficie de rodadura, pendientes longitudinales.

8.3.2 Actividades de oficina.

- Procesamiento de la información de campo.
- Cálculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) de la vía.
- Proyección del tráfico para el período de diseño del proyecto.
- Velocidades de circulación.

8.4 Ubicación del proyecto

El proyecto, se localiza en la provincia de Pichincha; al Sur – Este de la ciudad de Quito, parroquias Quitumbe y Turubamba); y está enmarcado dentro de las siguientes coordenadas geográficas: (T.M – WGS-84 QUITO).

En la siguiente tabla se presenta las coordenadas del tramo estudiado

Tabla 124. Coordenadas de ubicación del proyecto

Localización	Coordenadas		
	Latitud N	Longitud E	Altitud m.s.n.m
Inicio del proyecto: Km 0+000 (Calle A sector El Vergel)	9966069	496444	3014.26
Fin del proyecto: km 5+411: Calle“J” sector San Juan de Turubamba)	9960823	496115	3035.35

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

El proyecto inicia en el distribuidor de tráfico ubicado sobre la avenida Simón Bolívar desarrollándose de norte a sur a lo largo de toda su longitud y finaliza en el km 5+411 empatando con la calle J, el proyecto respeta en casi su totalidad el trazado actual en varios tramos del mismo, salvo pequeños desplazamientos realizados para mejorar el alineamiento horizontal y vertical.

En la abscisa 0+350 se proyectara un puente de una luz representativa que su diseño permitirá superar el obstáculo topográfico que se presenta en la misma.

En el km 5+411 finaliza el proyecto, en este sitio se considera una intersección a nivel que permita la conexión del tráfico de la Av. Padre Carollo con el enlace de la calle J.

8.5 Conteos volumétricos

Se define como volumen de transito al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, durante un periodo determinado.

El presente caso se calculó por tipo de vehículo: tráfico promedio semanal (TPDS), tráfico promedio diario mensual (TPDM) y el tráfico promedio diario anual (TPDA), por sentido de circulación y en los dos sentidos. (ASTECC T. &., 2003, pág. 12)

8.5.1 Clasificación por tipo de vehículos.

La clasificación se ajustó a los siguientes tipos de vehículos:

Livianos: Autos, jeeps, camionetas y furgonetas

Buses: Buses 2 y 3 ejes

Camiones: Camiones de 2,3,5 y 6 ejes



Vehículo liviano: automóvil



vehículo liviano: camioneta



Vehículo liviano: Furgoneta



vehículo público: bus



Vehículo pesado: camión

Los conteos manuales de clasificación se realizaron durante una semana y por sentido de circulación en dicho periodo se registró una muestra de vehículos, la ubicación de los conteos fue en la avenida Morán Valverde en la intersección con el nuevo proyecto avenida Padre Carollo, en las siguientes tablas se presentan los conteos de manuales de clasificación, el formato utilizado se encuentra. (Ver anexo 29)

Tabla 125. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Lunes 10 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	199	65	127	26	19	3	1	4	15	459
08 - 09	548	118	234	43	38	2		1	27	1011
09 - 10	374	169	292	73	101	12	5	5	21	1052
10 - 11	395	165	324	52	84	14	5	9	20	1068
11 - 12	409	148	250	46	87	10	1	9	42	1002
12 - 13	418	140	293	45	113	26	6	5	34	1080
13 - 14	432	137	318	54	116	9	12	10	11	1099
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	2775	942	1838	339	558	76	30	43	170	6771

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 126. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Lunes 10 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	978	277	419	91	146	7	3	3	55	1979
08 - 09	510	168	294	62	95	13	0	8	34	1184
09 - 10	423	150	312	41	108	6	3	11	22	1076
10 - 11	375	125	271	44	120	19	2	14	27	997
11 - 12	413	112	290	58	122	15	0	12	41	1063
12 - 13	478	108	334	50	121	15	0	12	39	1157
13 - 14	487	143	323	72	120	14	1	17	25	1202
14 - 15	491	126	331	72	123	16	0	12	35	1206
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	4155	1209	2574	490	955	105	9	89	278	9864

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 127. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Martes 11 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	513	200	313	80	75	9	8	6	33	1237
08 - 09	510	180	307	77	70	3	5	5	31	1188
09 - 10	503	170	311	75	50	2	4	6	28	1149
10 - 11	480	150	290	60	40	3	3	4	21	1051
11 - 12	410	130	280	68	35	4	3	3	19	952
12 - 13	450	145	300	75	30	2	4	5	16	1027
13 - 14	480	150	310	73	42	4	4	3	23	1089
14 - 15	510	140	281	70	47	3	3	5	18	1077
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3856	1265	2392	578	389	30	34	37	189	8770

Elaboración: Paúl Giovanny Chulca Simbaña

Tabla 128. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Martes 11 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	669	142	312	75	142	6	3	5	46	1400
08 - 09	506	164	294	64	150	17	2	29	51	1277
09 - 10	426	116	332	53	142	15	1	20	30	1135
10 - 11	468	130	338	57	135	11	3	17	28	1187
11 - 12	511	117	273	68	145	17	2	22	33	1188
12 - 13	408	84	242	55	125	12	2	13	35	976
13 - 14	413	96	231	61	115	8	3	15	28	970
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3401	849	2022	433	954	86	16	121	251	8133

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 129. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Miércoles 12 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	572	186	319	82	49	18	3	2	31	1262
08 - 09	473	180	279	85	78	15	2	5	30	1147
09 - 10	450	143	294	66	91	14	2	6	26	1092
10 - 11	417	159	240	41	96	15	5	8	29	1010
11 - 12	465	173	295	50	105	14	8	4	31	1145
12 - 13	460	124	250	52	136	13	8	10	30	1083
13 - 14	429	150	233	56	98	16	3	5	30	1020
14 - 15	425	136	230	39	75	15	3	6	32	961
15 - 16	448	132	265	51	119	18	6	7	33	1079
16 - 17	608	166	353	64	125	17	5	7	35	1380
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	4747	1549	2758	586	972	155	45	60	307	11179

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 130. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Miércoles 12 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	974	171	469	81	145	9	12	6	59	1926
08 - 09	486	243	315	67	121	13	2	10	33	1290
09 - 10	458	123	261	50	122	10	6	15	25	1070
10 - 11	425	105	247	48	128	16	3	16	31	1019
11 - 12	455	120	317	63	135	19	5	14	30	1158
12 - 13	517	107	287	49	145	19	7	9	28	1168
13 - 14	554	125	331	73	148	10	4	10	29	1284
14 - 15	418	104	245	55	129	15	3	12	32	1013
15 - 16	421	162	269	58	132	10	4	11	31	1098
16 - 17	584	142	284	76	109	11	2	12	34	1254
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	5292	1402	3025	620	1314	132	48	115	332	12280

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 131. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Jueves 13 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	536	201	367	76	69	11	3	7	43	1313
08 - 09	424	114	369	70	115	6	1	8	34	1141
09 - 10	426	133	349	54	94	12	5	7	24	1104
10 - 11	407	131	266	61	122	11	4	6	35	1043
11 - 12	447	143	264	44	119	13	2	7	40	1079
12 - 13	414	115	286	49	80	17	9	8	29	1007
13 - 14	456	148	299	57	143	12	9	6	29	1159
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3110	985	2200	411	742	82	33	49	234	7846

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 132. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur-Norte). Jueves 13 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	938	268	415	88	162	5	2	4	58	1940
08 - 09	482	172	308	64	154	9	3	10	28	1230
09 - 10	398	160	322	46	123	12	2	14	32	1109
10 - 11	338	142	278	52	106	15	4	14	26	975
11 - 12	398	116	302	58	140	17	1	12	42	1086
12 - 13	468	112	326	62	147	16	2	16	46	1195
13 - 14	482	122	338	68	151	13	1	15	22	1212
14 - 15	498	128	352	72	132	15	0	14	38	1249
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	4002	1220	2641	510	1115	102	15	99	292	9996

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 133. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Viernes 14 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	505	205	310	75	88	8	6	4	32	1233
08 - 09	500	180	302	72	78	3	3	6	30	1174
09 - 10	460	170	295	66	40	3	4	6	25	1069
10 - 11	433	165	280	63	30	2	4	3	28	1008
11 - 12	450	150	285	60	25	2	2	4	20	998
12 - 13	460	140	290	66	36	3	2	4	18	1019
13 - 14	500	147	300	70	40	3	3	3	16	1082
14 - 15	507	149	309	68	45	4	3	5	18	1108
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3815	1306	2371	540	382	28	27	35	187	8691

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 134. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Viernes 14 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	488	174	205	81	118	9	1	6	36	1118
08 - 09	473	168	176	56	154	12	2	10	29	1080
09 - 10	450	211	178	48	134	16	1	11	30	1079
10 - 11	420	244	195	56	140	14	3	13	20	1105
11 - 12	343	191	146	52	114	15	2	11	31	905
12 - 13	405	217	171	61	128	17	1	10	33	1043
13 - 14	420	253	220	58	122	14	2	12	22	1123
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	2999	1458	1291	412	910	97	12	73	201	7453

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 135. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Sábado 15 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	455	185	279	68	79	7	5	4	29	1110
08 - 09	450	162	272	65	70	3	3	5	27	1057
09 - 10	414	153	266	59	36	3	4	5	23	962
10 - 11	390	149	252	57	27	2	4	3	25	907
11 - 12	405	135	257	54	23	2	2	4	18	898
12 - 13	414	126	261	59	32	3	2	4	16	917
13 - 14	450	132	270	63	36	3	3	3	14	974
14 - 15	456	134	278	61	41	4	3	5	16	997
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3434	1175	2134	486	344	25	24	32	168	7822

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 136. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Sábado 15 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	429	153	180	71	104	8	1	5	32	984
08 - 09	416	148	155	49	136	11	2	9	26	950
09 - 10	396	186	157	42	118	14	1	10	26	950
10 - 11	370	215	172	49	123	12	3	11	18	972
11 - 12	302	168	128	46	100	13	2	10	27	796
12 - 13	356	191	150	54	113	15	1	9	29	918
13 - 14	370	223	194	51	107	12	2	11	19	988
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	2639	1283	1136	363	801	85	11	64	177	6559

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 137. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte- Sur). Domingo 16 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	293	188	124	46	68		1		8	728
08 - 09	302	183	186	53	72	1			11	808
09 - 10	306	165	204	62	62	2	2	3	9	815
10 - 11	287	142	198	74	82	3		1	8	795
11 - 12	308	153	207	72	88	4		3	12	847
12 - 13	286	162	188	71	98	4	2	5	17	833
13 - 14	302	182	224	68	112	13	1	4	18	23
14 - 15	402	128	227	72	96	6		3	14	948
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	2486	1303	1558	518	678	33	6	19	97	6698

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 138. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Sur- Norte). Domingo 16 junio 2013

Hora	Autos	Jeeps	Camionetas y furgones	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	Motos	Total
00 - 01										
01 - 02										
02 - 03										
03 - 04										
04 - 05										
05 - 06										
06 - 07										
07 - 08	461	67	221	51	28	5	2	1	28	864
08 - 09	546	131	259	45	23	4	1	6	35	1050
09 - 10	583	161	264	44	37	5	1	11	40	1146
10 - 11	603	157	306	47	45	6	1	7	38	1210
11 - 12	573	145	228	62	26	8	2	12	41	1097
12 - 13	482	155	211	58	31	5	2	6	25	975
13 - 14	523	130	203	38	28	10	1	11	27	971
14 - 15										
15 - 16										
16 - 17										
17 - 18										
18 - 19										
19 - 20										
20 - 21										
21 - 22										
22 - 23										
23 - 24										
TOTAL	3771	946	1692	345	218	43	10	54	234	7313

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

8.5.2 Tráfico promedio semanal.

El tráfico promedio diario semanal (TPDS) resulta de dividir el volumen de vehículos que pasan durante una semana para siete (7) (ASTECH T. &., 2003, pág. 16)

Para el cálculo del TPDS se utilizó la información proporcionada por el contador automático (ver anexo 30), aplicando las siguientes formulas se completa la información correspondiente a los conteos volumétricos manuales de clasificación.

$$\% \text{ en horas de conteo} = \frac{\Sigma(\text{conteo parcial automatico})}{\text{total conteo automatico}}$$

$$\text{total trafico del dia} = \frac{\text{total conteo parcial manual}}{\% \text{ en horas de conteo}}$$

En las siguientes tablas se refleja la información correspondiente a la semana de conteo, se presenta el Tráfico Promedio Diario (TPD) y el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) expresado en vehículos, en cada una de las direcciones de circulación y en las dos direcciones con la respectiva representación gráfica.

Tabla 139. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Morán Valverde (Norte-Sur). Del 10-16 junio 2013

	Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Liviano	AUTOS	7115	8569	8631	7974	9083	8175	5650
	JEEPS	2415	2811	2816	2526	3110	2799	2961
	CNTAS Y FURG	4713	5316	5015	5641	5645	5081	3541
Bus	BUSES	869	1284	1065	1054	1286	1157	1177
Camiones	2 EJES	1431	864	1767	1903	910	819	1541
	3 EJES	195	67	282	210	67	60	75
	5 EJES	77	76	82	85	64	58	14
	6 EJES	110	82	109	126	83	75	43
	TPD	16926	19069	19767	19518	20248	18223	15002

Tráfico Promedio Semanal-TPDS	18393
--------------------------------------	--------------

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

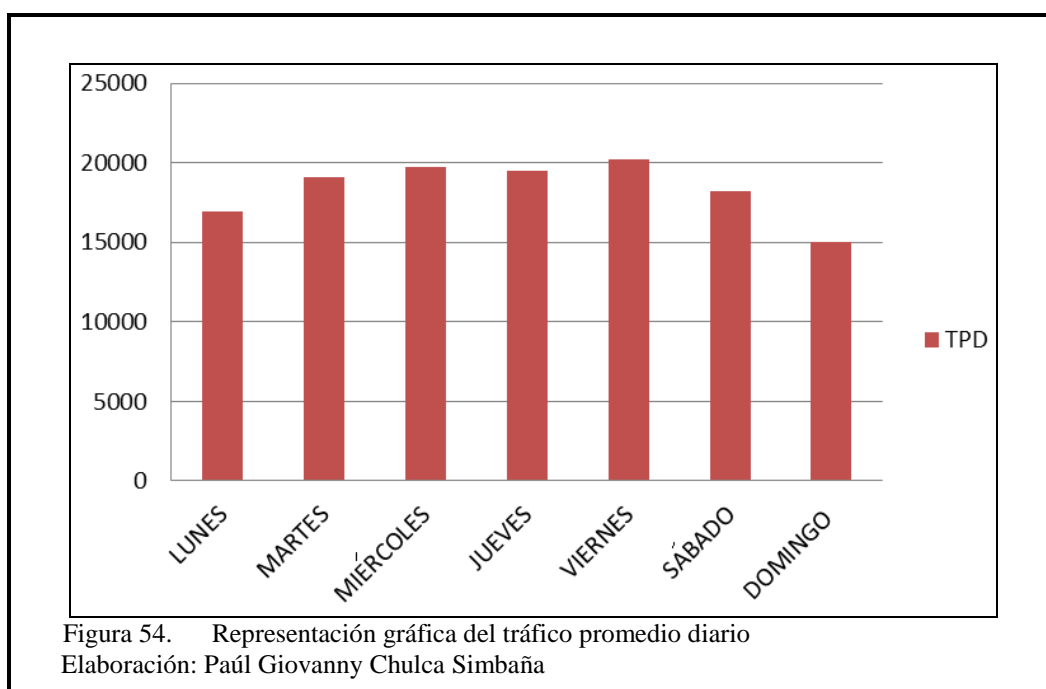


Figura 54. Representación gráfica del tráfico promedio diario
Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 140. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Sur- Norte). Del 10-16 junio 2013

	Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Liviano	Autos	8310	7393	8535	8004	6974	6137	8380
	Jeeps	2418	1846	2261	2440	3391	2984	2102
	Cntas y furg	5148	4396	4879	5282	3002	2642	3760
Bus	Buses	980	941	1000	1020	958	843	767
Camiones	2 ejes	1910	2074	2119	2230	2116	1862	484
	3 ejes	210	187	213	204	226	199	96
	5 ejes	18	35	48	30	28	25	22
	6 ejes	178	263	185	198	170	149	120
	TPD	19172	17135	19242	19408	16865	14841	15731
Tráfico Promedio Semanal-TPDS				17485				

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

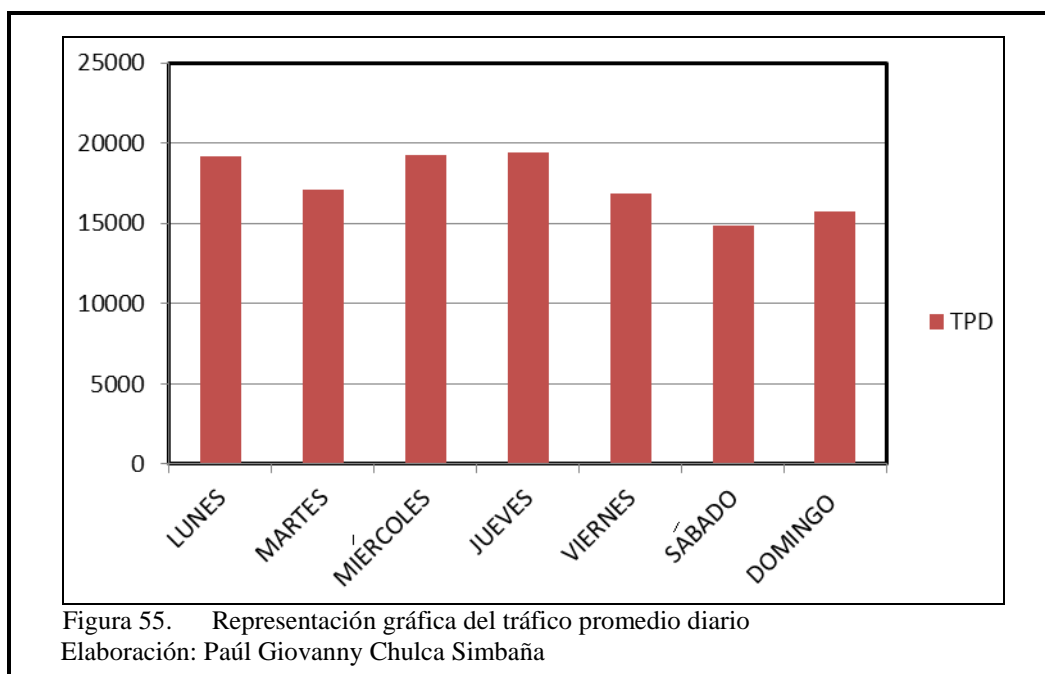


Figura 55. Representación gráfica del tráfico promedio diario
Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 141. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Dos sentidos). Del 10-16 junio 2013

	Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Liviano	Autos	15425	15962	17166	15978	16058	14312	14030
	Jeeps	4833	4657	5078	4966	6500	5782	5064
	Cntas y furg	9861	9711	9894	10923	8648	7723	7301
Bus	Buses	1849	2226	2065	2074	2244	2000	1944
Camiones	2 ejes	3341	2938	3887	4133	3026	2681	2025
	3 ejes	405	254	495	414	292	259	171
	5 ejes	95	110	130	115	92	82	36
	6 ejes	288	345	295	324	253	224	163
	TPD	36098	36204	39009	38926	37113	33064	30733
Tráfico Promedio Semanal-TPDS				35878				

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

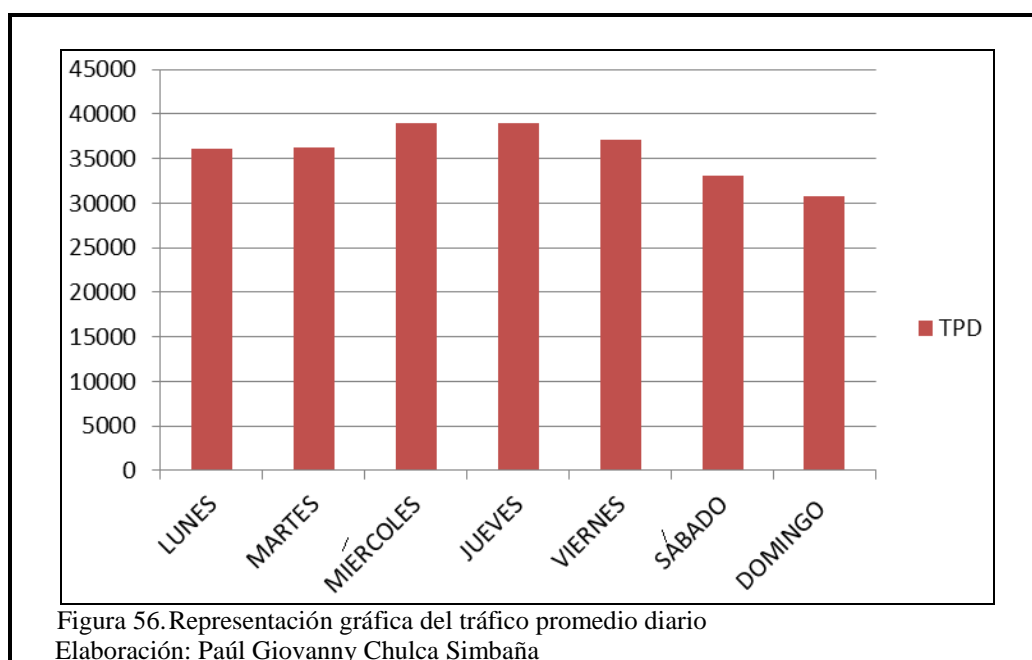


Figura 56. Representación gráfica del tráfico promedio diario
Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 142. Conteos volumétricos manuales de clasificación. Av. Moran Valverde (Dos sentidos). Resumen del Tráfico Promedio Diario Semanal-TPDS

Sentido	Autos	Jeeps	Cntas y furg	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	TPDS
Norte-sur	7885	2777	4993	1128	1319	136	65	90	18393
Sur-norte	7676	2492	4158	930	1828	191	29	181	17485
Dos direcciones	15562	5269	9151	2057	3147	327	94	270	35878

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

8.5.3 Tráfico promedio diario anual.

Para calcular el TPDA, al tráfico diario semanal (TPDS), obtenido como se indicó en el anterior numeral y cuyos resultados constan en la tabla 142, se aplican los siguientes factores:

Factor de ajuste semanal se asume para el proyecto que el tráfico promedio semanal (TPDS) es igual al tráfico promedio mensual, porque en la mayoría de estudios es muy difícil saber la variación de semana a semana dentro de un mes.

Factor estacional de ajuste mensual $F_m = 0.9969$ obtenido del consumo de combustibles en la provincia de Pichincha, además el factor depende de la fecha que realizó el conteo manual clasificado. (Ver anexo 31)

Tabla 143. Cálculo del TPDA-Año 2013 (dos sentidos)

Tráfico promedio semanal	35878
factor de ajuste semanal - Fs:	1
Tráfico promedio diario mensual (TPDM)	35878
factor de ajuste mensual - Fm:	0.9969
Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	35767

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

Tabla 144. Cálculo del TPDA-Año 2013 (dos sentidos)

	Tipo de veh.	TPDA
Liviano	Autos	15514
	Jeeps	5252
	Cntas y furg	9123
Bus	Buses	2051
Camiones	2 ejes	3137
	3 ejes	326
	5 ejes	94
	6 ejes	270
	TOTAL	35767

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

8.5.4 Censos de origen y destino.

Para determinar el tráfico que se va asignar se realizó encuestas de origen y destino en el sitio del Proyecto.

La información se registró en un formulario diseñado para el efecto. (Ver anexo 32). De la información se obtuvieron los siguientes resultados:

Vehículos que utilizarán la vía		
Si	No	Total
238	341	579
41.11	58.9	100

De los resultados se obtienen que el 41.11% de los vehículos se asignaran al proyecto en estudio "Av. Padre Carollo".

Por lo tanto los valores que se utilizaran para realizar la proyección de tráfico se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 145. Clasificación del TPDA. Asignado al proyecto - Año 2013 (dos sentidos)

	Tipo de vehículo	TPDA
Liviano	Autos	6378
	Jeeps	2159
	Cntas y furg	3750
Bus	Buses	843
Camiones	2 ejes	1290
	3 ejes	134
	5 ejes	39
	6 ejes	111
	TOTAL	14704

Fuente: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

8.6 Proyecciones demanda

El tráfico promedio diario anual (TPDA) se proyecta para el periodo de "diseño" del proyecto que se considera 20 años, proyección que servirá entre otros aspectos, en los siguientes: (ASTECH T. &., 2003, pág. 17)

Adoptar la sección transversal, características geométricas de trazado, estructura del pavimento y nivel de servicio destacado.

8.6.1 Tasa de crecimiento.

Las tasas de crecimiento se tomaran las calculadas y utilizadas por el Distrito Metropolitano, mismas que constan en la siguiente tabla.

Tabla 146. Tasas de crecimiento vehicular

Periodo	Liviano	Bus	Camión
2010-2015	7.94	1.82	1.82
2015-2020	7.20	1.67	1.67
220-2025	5.96	1.54	1.54
2025-2035	4.40	1.35	1.35

Fuente: Distrito Metropolitano de Quito

8.7 Proyecciones de la demanda

Para proyectar el volumen de tráfico para el periodo de diseño del proyecto, se utilizara la siguiente expresión matemática:

$$TPDA_f = TPDA_a(1 + \alpha)^n$$

Donde:

$TPDA_f$ = tráfico promedio diario anual futuro

$TPDA_a$ = tráfico promedio diario anual actual

α = tasa de crecimiento del tráfico

n = número de años (ASTEC T. &., 2003, pág. 19)

Utilizando las tasas de crecimiento calculadas y aplicando la expresión matemática antes indicada, se proyecta el tráfico asignado al proyecto, para un periodo de 20 años. La proyección de la demanda se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 147. Proyección del tráfico promedio diario anual

Año	Autos	Jeeps	Cntas y furg	Buses	2 ejes	3 ejes	5 ejes	6 ejes	TPDA
2013	6378	2159	3750	843	1290	134	39	111	14704
2014	6884	2331	4048	859	1313	136	39	113	15723
2015	7431	2516	4370	874	1337	139	40	115	16821
2016	7857	2660	4620	886	1356	141	41	116	17676
2017	8422	2851	4953	901	1378	143	41	118	18808
2018	9029	3057	5310	916	1401	146	42	120	20020
2019	9679	3277	5692	931	1425	148	43	121	21316
2020	10376	3513	6102	947	1448	150	43	123	22703
2021	10134	3431	5960	953	1458	151	44	125	22256
2022	10738	3636	6315	968	1480	154	44	127	23461
2023	11378	3852	6691	982	1503	156	45	129	24737
2024	12056	4082	7090	998	1526	159	46	131	26087
2025	12775	4325	7513	1013	1549	161	46	133	27516
2026	11163	3779	6564	1004	1535	160	46	132	24383
2027	11654	3945	6853	1017	1556	162	47	134	25368
2028	12167	4119	7155	1031	1577	164	47	135	26395
2029	12702	4300	7470	1045	1598	166	48	137	27466
2030	13261	4489	7798	1059	1620	168	49	139	28584
2031	13844	4687	8141	1073	1642	171	49	141	29749
2032	14453	4893	8500	1088	1664	173	50	143	30964
2033	15089	5109	8874	1103	1687	175	51	145	32231

Elaboración: Paúl Giovanni Chulca Simbaña

8.7.1 Determinación del tráfico del proyecto.

El tráfico total considerado para el proyecto, es la suma del tráfico futuro más generado y desviado.

$$\text{Tráfico Proyecto} = \text{tráfico futuro} + \text{tráfico generado} + \text{tráfico desviado}$$

Tráfico futuro: El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 20 años y el crecimiento normal del tráfico. (ASTECC T. &., 2003, pág. 16)

Tráfico generado: El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían solo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen.

Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se

estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal. (ASTECH T. &., 2003, pág. 20)

Tráfico desviado: Del análisis se puede observar que las vías del sector son paralelas, y cada una de ellas tienen diferentes destinos, por lo que el tráfico desviado para el proyecto de estudio es el 0 por ciento. (ASTECH T. &., 2003, pág. 21)

Tráfico Proyecto = tráfico futuro + tráfico generado + tráfico desviado

Tráfico Proyecto = 32231 + 0.20 (14704)

Tráfico Proyecto = 35172

CAPÍTULO 9

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

9.1 Introducción

Los volúmenes de obra se cuantificaron en base a los juegos de planos de diseño y especificaciones técnicas del proyecto, en los planos constan el tipo de material y las cantidades a realizarse.

Para el presupuesto referencial del proyecto avenida Padre Carollo se tomaron en cuenta los rubros que fueron obtenidos de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Edición 2002 (MOP-001-F-2002). (M.O.P, 2002, pág. 120)

La programación (cronograma valorado de actividades) se define como la tarea de asignar cierta duración y costo a las actividades que se realicen en la etapa de construcción del proyecto.

Las actividades a ser desarrolladas en la etapa de construcción del proyecto son de diferentes características, las mismas requieren de procesos y técnicas en el desarrollo de los rubros a ejecutarse para cumplir con el proceso constructivo de las obras del proyecto.

9.2 Estimación de volúmenes de obra

Con el diseño de la avenida y obras complementarias se estimó los volúmenes de obra del proyecto, para esto fue necesario reducir todos los productos a sus componentes unitarios (rubros), utilizando para ello unidades de medida del sistema métrico. El resumen de las cuantificaciones de los volúmenes de obra se presenta en el anexo 33.

9.3 Precios unitarios

Precio unitario es la remuneración o pago total que debe cubrirse por cada unidad de rubro terminado, ejecutado conforme a las especificaciones técnicas de construcción.

Para obtenerlo se analizan sus componentes: los materiales, mano de obra, equipo y transporte que corresponden a costos directos, además, los gastos por administración, impuestos y utilidad que conciernen a los costos indirectos en la elaboración del precio unitario por cada rubro del presupuesto referencial del proyecto .

El análisis de precios unitarios se ha elaborado para cada rubro del presupuesto del proyecto actualizado al mes de marzo del 2014. En este análisis se tomó como referencia los precios de los materiales establecidos por la Cámara de la Construcción de Quito y precios de los materiales establecidos para la ciudad de Quito.

Los costos de mano de obra se estimaron en base a lo establecido por el Ministerio de Relaciones Laborales, los rendimientos de mano de obra y maquinaria se estableció en base a rendimientos establecidos por la Cámara de la Construcción de Quito y relacionando con el clima y relieves del sector del proyecto. (Quito C. d., 2014)

Este análisis de precios unitarios de cada rubro, se muestra en el anexo 34.

9.4 Presupuesto referencial

El presupuesto presume el costo del proyecto, por lo que es un valor aproximado, no preciso por lo que las condiciones de éste pueden variar en el transcurso del tiempo.

En el presupuesto constan todas las actividades para la construcción del proyecto identificadas por el número de rubro, descripción, unidad de medida, cantidades de obra, precios unitarios.

Los presupuestos estimativos para las dos alternativas de pavimento se presentan en el anexo 35.

9.5 Determinación de la alternativa más viable

Del diseño de pavimentos de las dos alternativas, así como de los presupuestos elaborados, se desprende los siguientes valores:

Tabla 148. Presupuesto referencial – primera alternativa

Primera alternativa Avenida con pavimento flexible	
Operaciones preliminares	4 427.62
Movimiento de tierras	2 355 131.22
Pavimento flexible	2 862 136.74
Drenaje vial (obras de arte menor)	144 657.58
Obras complementarias	319 575.20
Señalización	48 958.59
Impactos ambientales	6 298.76
Total	\$ 5 741 185.71

Elaboración: Lucía Maribel Ligña Quinaucho

Tabla 149. Presupuesto referencial – segunda alternativa

Segunda alternativa Avenida con pavimento rígido	
Operaciones preliminares	4 427.62
Movimiento de tierras	2 355 131.22
Pavimento rígido	6 047 391.73
Drenaje vial (obras de arte menor)	144 657.58
Obras complementarias	319 575.20
Señalización	48 958.59
Impactos ambientales	6 298.76
Total	\$ 8 926 440.69

Elaboración: Lucía Maribel Ligña Quinaucho

En la ejecución de proyectos de inversión social son importantes las condiciones de tipo económico, al momento de decidir el método, procesos constructivos, materiales a utilizar en la construcción; debido a los valores obtenidos para cada alternativa, la alternativa más viable económicamente es la avenida con pavimento flexible, consecuentemente para el presente trabajo escogeremos esta alternativa, tomando en cuenta también ventajas como:

Posee el índice de regularidad (IRI) más bajo de los pavimentos, oscilan entre 1.5-2, lo que permite un excelente confort a los usuarios. Debido a que tiene un índice de regularidad bajo los costos de operación vehicular es menor.

Una vez vencida su vida útil se puede reutilizar los materiales asfálticos mediante el reciclaje de estos, lo que permite un ahorro en los costos. Los costos iniciales de construcción son más bajos.

9.6 Cronograma valorado

El cronograma valorado es una gráfica que relaciona las actividades (rubros) y su tiempo de ejecución, el cual permite presentar y organizar de manera ordenada la planificación de la ejecución del proyecto. La ejecución del proyecto se realizará en un periodo de 12 meses.

En el anexo 36 se indica el cronograma valorado de trabajos propuesto para la ejecución del proyecto.

Las inversiones de cada periodo se visualizan mediante el diagrama de barras Gantt también se realiza la curva de avance de obra donde se visualiza las inversiones acumuladas durante el proceso de construcción de las obras de proyecto.

En el anexo 37 se muestra el diagrama de barras Gantt y la curva de inversiones propuesto para la construcción de la obras.

CAPÍTULO 10

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

10.1 Introducción

El proyecto avenida Padre Carollo es una vía que enlaza la avenida Morán Valverde en el sector Pueblo Unido parroquia Quitumbe (Inicio de la avenida Padre Carollo) con la Calle J sector San Juan de Turubamba parroquia Turubamba; la calle J se enlaza con la avenida Maldonado en el sector San Juan de Turubamba denominado Parque Industrial.

La idea principal del proyecto es mitigar la conflictividad de tráfico provocado en el Sector Guajalo e indirectamente descongestionar en parte la avenida Maldonado en los sectores Guajalo, Guamani.

Después de analizar los estudios y las alternativas de diseño geométrico y de diseño de pavimentos, se llegó a seleccionar la alternativa 2 con dos carriles para cada sentido de circulación y con una velocidad de proyecto de 50 km/h.

La vida útil del proyecto es de 20 años, con un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 14704 en el año 2013 y al final del periodo de vida útil de 32233 vehículos para el año 2033.

Los resultados de los beneficios del proyecto hacia los usuarios se refieren principalmente al ahorro en tiempos de viaje, ahorro en los costos operativos de los vehículos y aumento de plusvalía de las propiedades aledañas al proyecto.

El análisis de evaluación económica social se realiza considerando la recuperación de la inversión, costos de operación y mantenimiento como resultado del análisis de los beneficios que generará el proyecto al ser ejecutado.

10.2 Marco teórico

Desde el punto de vista económico el transporte es un “bien” y como tal se rige por las leyes del mercado. Existe una demanda por este bien, la cual refleja la disposición a pagar por viajes y existe una oferta que representa el costo en que se incurre por realizar tales viajes.

El costo que percibe el usuario que se incorpora a una ruta se denomina costo generalizado de viaje, el cual principalmente depende de la valoración del tiempo empleado en el viaje y el costo de operación de los vehículos en que se realizan dichos viajes. (Combustible, neumáticos, etc.) (SEMPLEDES), 1997, pág. 25)

10.2.1 Beneficios de un proyecto de vialidad.

10.2.1.1 Disminución de costos de viaje y reasignación de flujos vehiculares.

La materialización de un proyecto de vialidad puede producir reasignación de flujos vehiculares, pues algunos usuarios preferirán la ruta que el proyecto oferta. En este sentido se distinguen los siguientes tránsitos: (SAPAG, 2003, pág. 15)

- Tránsito normal:
- Corresponde al tránsito que no cambia su ruta por la ejecución del proyecto.
- Tránsito desviado
- Corresponde al tránsito que cambia su ruta por efecto del proyecto, pero mantiene su origen y destino.
- Tránsito generado
- Corresponde al tránsito vehicular que se incorpora a la red vial por causa del proyecto, el cual antes no circulaba por ningún tramo de ella.

10.2.2 Costos de un proyecto de vialidad.

Para percibir los beneficios del proyecto es necesario incurrir en costos. Evidentemente, los costos más importantes están relacionados con el tramo de vía que se construye, tal como los costos de construcción de las obras que contempla el proyecto, su conservación y las reposiciones futuras necesarias.

10.3 Objetivos

10.3.1 Objetivo general.

Realizar la evaluación económica del proyecto diseño definitivo de la avenida Padre Carollo para determinar los beneficios para el país de realizar esta inversión y emitir un juicio sobre la factibilidad del mismo.

10.3.2 Objetivos específicos.

- Identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios mediante el análisis socioeconómico del proyecto.
- Construir el flujo de caja y analizar el valor presente neto y la tasa interna de rentabilidad del proyecto en dos escenarios, si el proyecto es realizado solo con recursos nacionales y si es realizado con recursos nacionales y con un préstamo de un organismo internacional.

10.4 Metodología

Para determinar los beneficios sociales que conlleva la ejecución del proyecto se asume una demanda homogénea es decir, que no salgan ni entren vehículos en puntos intermedios a lo largo de la avenida Padre Carollo.

La evaluación social del proyecto se realiza tomando en cuenta la información de flujos vehiculares de trabajos de campo realizados en el mes de junio del año 2013

con la intención de estimar el tránsito promedio diario anual TPDA. En lo que respecta a la inversión se tomó el presupuesto del proyecto.

La tasa social de descuento es de 12% en base en los estudios del Banco del Estado, en el caso de utilizar recursos de un organismo de financiamiento internacional, la tasa social es la establecida por este mismo, se realizará la evaluación asumiendo un 8.5% que es la que rige en la actualidad.

Se identificará, cuantificará y valorará los costos de este proyecto, desde su inversión hasta la operación y mantenimiento dentro de un horizonte de evaluación de 20 años, establecido para construir el flujo de caja pertinente y utilizar las herramientas de evaluación; para determinar el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), en dos escenarios; con financiamiento nacional y con financiamiento internacional.

10.5 Situación con y sin proyecto

La situación sin proyecto corresponde a la situación actual, por lo que los vehículos que se dirigen a los sectores de Guamani, San Juan de Turubamba se dirigen por la avenida Morán Valverde para luego dirigirse por la avenida Maldonado como se muestra en la figura 57. Ruta de color magenta.

La situación con proyecto corresponde que los vehículos tomen la avenida Padre Carollo figura 57. Ruta de color verde; evitando así la congestión que se tiene al ingresar a la avenida Maldonado en el sector Puente de Guajalo.

10.5.1 Distancias y tiempos de recorrido.

Actualmente al recorrer por la avenida Morán Valverde desde la intersección con la avenida Padre Carollo, luego tomar la avenida Maldonado hasta la intersección con calle J sector final del recorrido se obtuvo la distancia de 10 km y un tiempo de 41 minutos (ruta de color magenta), en planos se estableció 8 km como longitud de la avenida propuesta (ruta de color verde) hasta la Intersección de la calle J con la avenida Maldonado, teniendo una diferencia de 2 km que representaría un ahorro de

tiempo y dinero para los posibles usuarios de la avenida Padre Carollo. A continuación en la figura 57.

Se muestran las rutas por donde se realizó el recorrido para determinar las distancias y tiempos de recorrido.

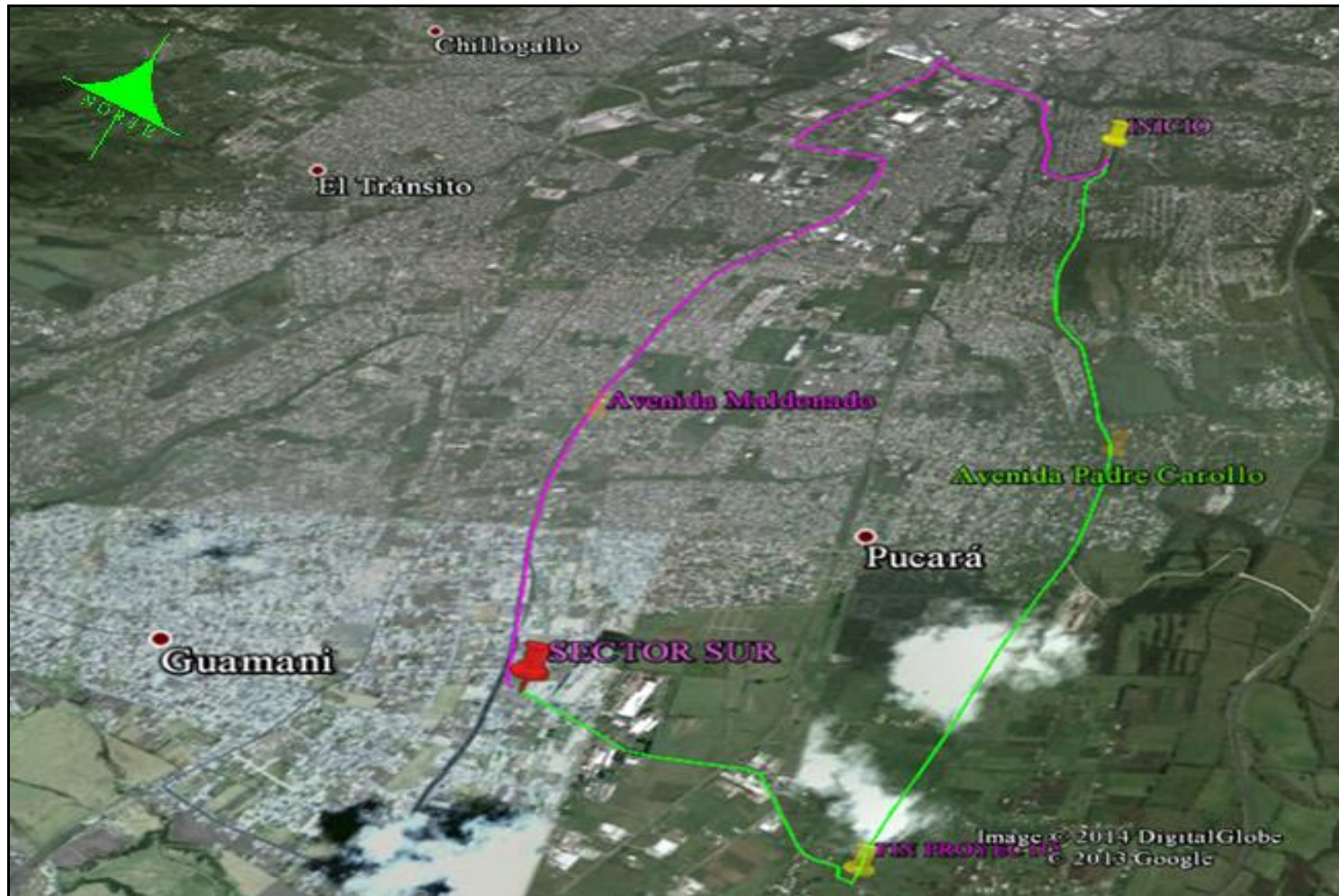


Figura 57. Rutas de recorrido sin y con proyecto.
Fuente: Google Earth

Los resultados de distancias y tiempos de recorrido se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 150. Distancias y tiempos de recorrido sin y con proyecto.

Recorrido	Vía utilizada	Tiempo (horas)		Distancia	Velocidad (km/h)	
		Livianos	Pesados	Km	Livianos	Pesados
Sector Pueblo Unido (Av. Moran Valverde) Hasta El Sector Parque Industrial (Av. Maldonado)	Av. Maldonado	0.41	0.50	10.00	44.00	40.00
Sector Parque Industrial (Av. Maldonado) Hasta El Sector Pueblo Unido (Av. Moran Valverde)	Vía Propuesta	0.25	0.42	8.00	68.00	60.00

Elaboración: Lucía Maribel Ligña Quinaucho

10.6 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios y costos

La implantación del proyecto tiene efectos como son: los costos que corresponden a inversiones y mantenimiento de la vía durante la vía útil, así como también los ahorros en disminución en costos de tiempo de los usuarios y menor costo de operación vehicular.

En este estudio se considerará solo los ahorros de los costos sociales de los posibles usuarios de la vía.

10.6.1 Beneficios sociales.

Los flujos vehiculares que utilizarán el proyecto corresponden al tránsito desviado de la avenida Morán Valverde y avenida Maldonado.

Tomando en cuenta los antecedentes de flujo vehicular y costos generalizados de viaje para las situaciones con y sin proyecto se obtienen los beneficios percibidos por los usuarios para los escenarios sin y con proyecto en este informe. La identificación y valoración de beneficios para evaluación socioeconómica se muestra en el anexo 8.

En la siguiente tabla se identifican los parámetros a ser analizados en la identificación de los beneficios del proyecto.

Tabla 151. Parámetros de evaluación.

Concepto	Unidad de medida
Costo combustible	\$/galon
Costo por neumático nuevo	\$/llanta
Tiempo de choferes	\$/hora
Tiempo de pasajero	\$/hora
Mantenimiento vehículo mensual	\$/ mantenimiento
Ganancia por plusvalía en predios de borde de la avenida	\$/ m2

Fuente: Estudios de Ing. Vial – Ministerio de Obras Públicas

10.6.1.1 Costo de combustible.

Es el costo por combustible utilizado en los trayectos sin proyecto y con proyecto, este costo es gasolina y diesel, básicamente al poder desarrollar una velocidad mayor, los vehículos mejoran el rendimiento por combustible, además un ahorro por distancias de recorrido. Análisis en anexo 38. A

10.6.1.2 Costo por neumático.

Con la implementación de la vía se frenará menos por lo cual se reducen las fricciones y eso aumenta la durabilidad de las llantas de los vehículos usuarios. Además, por menos distancia de recorrido. Análisis en anexo 38.B

10.6.1.3 Costo por tiempo de choferes y pasajeros.

Se estimó un costo mínimo de tiempo para los ocupantes de los vehículos, estimando los salarios de los usuarios, sin embargo, es importante recalcar que los individuos valoran mucho más su tiempo de ocio en relación a su salario. Análisis en anexo 38.C

10.6.1.4 Mantenimiento vehículo mensual.

Básicamente está compuesto por los costos de lubricantes y de “ABC”, costos de mantenimiento preventivo de los vehículos. Se refiere los costos del mantenimiento mensual de acuerdo al uso del vehículo y distancias de recorrido en el trayecto de las rutas sin proyecto y con proyecto. Análisis en anexo 38. D

10.6.1.5 *Beneficio por ganancia de plusvalía en propiedades al borde de la avenida.*

Uno de los beneficios que trae el proyecto es el cambio de riqueza en los propietarios de las tierras que están cerca y al borde de la vía. Es importante anotar que este es una ganancia particular sobre los propietarios de estos inmuebles, es un efecto importante, pero económicamente no constituye un efecto económico en términos reales, si no, en términos redistributivos ya que el valor de estos terrenos va a aumentar.

10.6.2 Costos de ejecución del proyecto.

Los costos corresponden a la inversión requerida para construir la avenida de 2 carriles por sentido de circulación y los costos de mantenimiento de la misma durante la vida útil.

10.6.2.1 *Inversión inicial.*

Según el presupuesto referencial de obra que fue desglosado en el capítulo anterior, según los componentes mano de obra, materiales, maquinaria, equipo y otros para la avenida en estudio es de US\$ 5,741,185.71.

10.6.2.2 *Costo por mantenimiento.*

En estudios de proyectos evaluados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas se ha estimado un costo de mantenimiento rutinario anual de 0.08% de la inversión inicial a partir del segundo año de operación de la vía. Como manutención periódica se considera limpieza, señalética, bacheo, etc.

10.7 Evaluación socioeconómica del proyecto

10.7.1 Valor actual neto, tasa interna de retorno, beneficio/costo económico.

Para obtener el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y beneficio/costo (B/C) económico del proyecto se ha establecido 2 escenarios, uno suponiendo que el proyecto será financiado con recursos del país, y otro escenario en el cual el proyecto será financiado con recursos del país y recursos internacionales.

10.7.1.1 Escenario I: VAN, TIR, B/C con recursos nacionales

Se construyen los flujos de caja a 20 años con los costos y beneficios pertinentes, se utiliza la tasa del 12% que corresponde al costo de oportunidad de la sociedad ecuatoriana por asignar capital al proyecto.

Resultados:

VAN: \$ 21,859.71 > 0 el proyecto es rentable para el país

TIR: 12.05% > 12% el proyecto es rentable para el país

B/C: 1.003 > 1 el proyecto es rentable para el país

10.7.1.2 Escenario II: VAN, TIR, B/C con recursos nacionales e internacionales

Se construyen los flujos de caja a 20 años con los costos y beneficios pertinentes, se utiliza promedio ponderada según el % de inversión local y el % de inversión con dinero externo, en este caso 20% inversión local y 80% préstamo externo, asumimos una tasa de 6% para el dinero externo ya que ese es el costo para el país, y la tasa del 12% para que corresponde al costo de oportunidad de la sociedad por asignar capital al proyecto, lo cual nos da una tasa promedio ponderada de:

Tasa promedio = $(12\% \times 20\%) + (8.5\% \times 80\%) = 9,2\%$ tasa social de descuento cuando hay préstamo internacional.

Resultados:

VANS: \$ 1, 339,418.61 > 0 el proyecto es rentable para el país

TIRS: 12,1% > 9,2% el proyecto es rentable para el país.

B/C: 1.14 > 1 el proyecto es rentable para el país

En el anexo 10.2 se muestra los flujos de caja para los dos escenarios de análisis del Proyecto.

CONCLUSIONES

- El eje del proyecto casi en su totalidad se desarrolla sobre la unidad cangagua y sobre suelos residuales de la unidad, los cuales son de tipo arcillas y limo arcillosos.
- La red base GPS establecida permitió que los trabajos realizados en el proyecto puedan ser fácilmente referidos a un único sistema de coordenadas, minimizando la probabilidad de errores en la localización de las obras proyectadas.
- Para el enlace horizontal, se partió del vértice QUI-SJT-001, de la red de la **Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento**.
- La nivelación de enlace ejecutada, presenta errores para circuitos de ida y vuelta de aproximadamente 2km entre 0 y 7mm, cumpliendo el requerimiento de precisión admisible de 20 mm para esta longitud.
- El proyecto Av. Padre Carollo cuenta con un sistema de coordenadas georeferenciado.
- El trazado del eje se lo ha realizado controlando que se encuentre dentro de la Faja de Afectación proporcionada por la Administración Zonal Quitumbe de tal manera que no se afecte ningún tipo de proyectos a futuro.
- Para el paso de la falla geográfica (quebrada) se sugiere la inclusión de un puente de luz aproximada de 50 m, que deberá ser verificado por los diseñadores estructurales.
- Por tener radios de curva grandes no es necesario que la vía tenga sobrecanchos en curvas, ya que cumplen fácilmente con las condiciones de circulación, únicamente se debe realizar los peraltes respectivos para que los vehículos tengan mejor maniobrabilidad.
- Los valores de CBR de diseño obtenidos, nos permiten diferenciar dos tramos representativos dentro del proyecto: Tramo 1 que va desde el Km 0+00 - km 3+500 con un CBR de diseño 11.50%, Tramo 2 que va desde el km 3+500 - km 5+541 con CBR de diseño 5.80%.
- Para el diseño de pavimento flexible se emplea la Guía de Método AASTHON aplicado al Ecuador, año 1993, este método es adoptado por el MTOP.

- Para el diseño de pavimento rígido se emplea la guía de "Asociación de Cemento Portland" (PCA).
- La cantera calificada es la Mina de Pifo, los agregados que se encuentra en esta cumple con todos los parámetros necesarios para ser utilizados en la estructura del pavimento.
- Los espesores cubren requisitos mínimos para evitar ahuellamiento, fatiga y deterioro de capa asfáltica por la base.

Pavimento flexible: Tramo 1 con CBR de diseño 11.50%

Clase de material	Normas	Espesores (cm)
Capa de superficie Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000 - 1800 lbs	7.500
Capa de Base Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshall 500 - 600 lbs	30.000
Capa de sub – base Arena - Grava, gradada uniformemente	P.I. 0 - 6, CBR 30%	30.000
TOTAL =		67.500

Pavimento flexible: Tramo 2 con CBR de diseño 5.80%.

Clase de material	Normas	Espesores (cm)
Capa de superficie concreto asfáltico	Estabilidad de marshall 1000 - 1800 lbs	7.500
Capa de base arena asfáltica	Estabilidad de marshall 500 - 600 lbs	30.000
Capa de sub - base arena - grava, gradada uniformemente	P.i. 0 - 6, cbr 30%	35.000
Mejoramiento de la subrasante arena o suelo seleccionado	P.i. 0 - 10	45.000
Total =		117.500

- Para el año 2033 se considera el final del periodo de diseño del proyecto, el tráfico promedio diario anual (TPDA) será de 35172 vehículos.
- La gran mayoría de vehículos que circulan por el proyecto corresponden a la categoría de Livianos (automóviles, jeeps, camionetas y furgonetas), con un porcentaje de 90.20% en el 2033 considerado en el año horizonte.
- La TIR es del 12.005% apenas mayor a la tasa de descuento del 12% al no haberse considerado otros beneficios; en efecto el proyecto es rentable

económicamente para el país pero menos prioritario frente a otros que tengan una rentabilidad más alta.

- Por la característica de los flujos de caja de este proyecto, y el costo de oportunidad del dinero para el país, este proyecto conviene ser ejecutado con financiamiento externo, pues su rentabilidad es mayor debido a que en este caso para el país el costo de oportunidad de usar dinero de un préstamo externo es menor.

RECOMENDACIONES

- En el tramo 2 se recomienda retirar el material a una profundidad de 1.50 m y transportarlo a la escombrera destinada para su acopio por ser un suelo orgánico con alto contenido de humedad.
- En la etapa de construcción se recomienda verificar la calidad geotécnica de los materiales de la cantera Pifo.
- Se recomienda que los taludes de la avenida sean cortados con una inclinación de 1H :2 V.
- Para taludes de relleno se recomienda la pendiente de 1.5H: 1V.
- Todos los trabajos topográficos posteriores, a ejecutarse en el proyecto Av. Padre Carollo, deberán partir de un par de puntos de la red base de topografía materializada por los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, los cuales se encuentran al Inicio del Proyecto (0+000), en la parte media (2+500) y al Final del mismo (5+400), los mismos se puede ver en el anexo 5.2.
- Se deberá dar mantenimiento e inspeccionar periódicamente los hitos construidos y en caso de destrucción o daño se deberá remplazarlos a la brevedad posible.
- Se recomienda verificación por parte del constructor de los datos proporcionados respecto a datos de curva, al momento de realizar el trabajo de construcción de la vía, para que la misma tenga un funcionamiento adecuado.

LISTA DE REFERENCIAS

- (SEMPLADES), S. N. (1997). *Metodologia de Formulacion y Evaluacion de Proyectos de Vialidad Interurbana*. Quito: Publicaciones.
- Ambiente, M. (2002). Norma Calidad Aire. En M. Ambiente, *Legislacion Ambiental*. Quito: Publicaciones.
- Asociación Mexicana de Caminos. (1995). *Manual de Estudios de Tránsito*. México: Publicaciones.
- ASTEC, T. &. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras- MOP 2003*. Quito: Publicaciones.
- ASTEC, T. &. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-MOP 2003*. Quito: Publicaciones.
- ATLAS DMQ. (2008). *Atlas del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito recurso AGUA*. Recuperado el 24 de agosto del 2013 de: <http://www.quitoambiente.com>
- CORPAIRE, C. M. (2007). *CORPAIRE*. Recuperado el 15 de febrero del 2013 de: <http://www.corpaire.com>
- Chow, V. T. (2000). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: Nomos S.A.
- DAS, B. M. (2010). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. Bogota: Thomson Editores.
- DMQ, A. M. (2008). *Memorias de Quitumbe*. Quito: Publicaciones.
- El Telégrafo. (2013). *P.P El Verdadero*. Recuperado el 16 de enero del 2013 de: <http://www.ppelverdadero.com.ec>
- Energeticos, M. d. (1978). *Hoja Geológica 65 de la ciudad de Quito*. Quito: Publicaciones.

- EPMAPS. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS*. QUITO: Publicaciones.
- Hoy. (2011). Escombreras en Quito. *Diario Hoy*, 1.
- INEN I. (2003). *Señalización Vial Parte 1, Señalización Vertical*. Quito: Publicaciones.
- INEN II. (2003). *Señalización Vial Parte 2, Señalización Horizontal*. Quito: Publicaciones.
- Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón. (2010). *Diseño de Espesores para Pavimentos de Hormigón Método PCA*. Quito: Publicaciones.
- LIMITA, A. (2008). *Manual de Diseño Geometrico*. Bogota: Publicaciones.
- M.O.P, E. T. (2002). *Especificaciones Tecnicas M.O.P*. Quito : Publicaciones.
- Pifo, D. a. (2009). *Diseño a Corto y mediano Plazo de la mina de Pifo*. Recuperado el 09 de agosto del 2013 de: <http://www.holcim.com.ec>
- Plan Maestro Movilidad. (2009). *Plan Maestro de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado el 03 de julio del 2013 de: <http://www.dmq.com>
- Pourrut, P. (1989). *Riesgos naturales en Quito*. Quito: Publicaciones.
- Quito, C. A. (2004). *Corporacion para el Mejoramiento de la Calidad del Aire en Quito*. Recuperado el 17 de febrero del 2013 de:<http://www.dmq.com>
- Quito, C. d. (2014). Boletin Tecnico. *Revista de la Camara de la Construccion de Quito*, 20.
- Quito, ECCO Distrito Metropolitano de. (2013). *ECCO*. Recuperado el 8 de octubre del 2013 de: <http://www.unep.org/dewa/portals>
- Recalde, E. (2009). *Diseño minero a corto y mediano plazo Cantera Pifo*. Recuperado el 05 de junio del 2013 de: <http://www.dspace.espo.edu.ec>

- SAPAG, N. Y. (2003). *Preparacion y Evaluacion de Proyectos* (Vol. CUARTA EDICIÓN). MC GRAW HILL.
- Torres, M. (2010). *Pavimentos de Carreteras*. Quito: Publicaciones.
- Universidad Nacional de San Juan. (1998). *Curso de Actualizacion de Diseño estructural de Caminos Metodo Aashto '93*. San Juan: Publicaciones.
- Universidad Politécnica Salesiana. (2013). *Estudio de Geotécnico Av. Padre Carollo*. Quito: Publicaciones.
- Villagómez, D. (2003). Evolución Geológica Plio-Cuaternaria del Valle. Recuperado el 11 de agosto del 2013 de: [http:// www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
- Buenas, T. (2013). Tipos de Suelo. Recuperado el 25 de agosto del 2013 de: [http:// www.buenastareas.com/ensayos/Tiposdesuelo](http://www.buenastareas.com/ensayos/Tiposdesuelo)
- OCP (2001). Estudios Ambientales. Recuperado el 27 de agosto del 2013 de: [http:// www.estade.org](http://www.estade.org)
- Monar, E. (2010). Propuesta y Diseño de un plan de contingencia de prevención ante fenómenos naturales. Recuperado el 30 de agosto del 2013 de: [http:// repositorio.ute.edu.ec](http://repositorio.ute.edu.ec)