

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**TEMA:**

**DISEÑO DEL MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VÍA  
PRINCIPAL DE ACCESO A “LA MOYA” Y DISEÑO DE ALCANTARILLA  
EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO.**

**AUTORAS:**

**ANA ALICIA ABARCA JARAMILLO**

**IBETH MARIANELA ALTAMIRANO CORTEZ**

**DIRECTOR:**

**HUGO FLORENCIO TORRES MERINO**

**Quito, julio de 2014**

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotras, 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 exclusiva responsabilidad de las autoras.

---

Ana Alicia Abarca Jaramillo

C.I 1719284398

---

Ibeth Marianela Altamirano Cortez

C.I 1715192314

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación dedico a Dios y a la Santísima Virgen del Cisne por cuidarme y guiarme en cada momento.

A mis queridos padres, Raúl Altamirano y Carmita Cortez quienes día a día me dan su cariño, amistad, compañía y apoyo incondicional.

A mi entrañable hermano Christian Raúl y su esposa Paty Lamar, por estar siempre conmigo, apoyarme e incentivar a seguir adelante.

A mi novio Johnny por darme siempre todo su amor y apoyo.

A la ñaña Olguita y abuelitos Fausto y Charito que desde el cielo me han cuidado.

Ibeth Marianela Altamirano Cortez.

Este trabajo de grado le dedico a mi hijo David Eras, el cual ha sido mi fuerza para culminar mi carrera y el motivo de mi vida; a mis padres Marlene Jaramillo y César Abarca por haberme formado con buenos valores, hacer de mí una mejor persona cada día y por haberme brindado todo su apoyo.

A mi hermano por ser un ejemplo de perseverancia; a mi hermana por sus consejos y apoyo.

A Carlos Eras que, en el tiempo que formó parte de mi vida, supo ser un buen compañero brindándome su apoyo incondicional.

Ana Alicia Abarca Jaramillo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro director de tesis ingeniero Hugo Torres por el tiempo, paciencia y experiencia empleada durante la revisión de este trabajo de titulación.

A los ingenieros, Carlos Gutiérrez, Leonardo Tupiza, Alberto Vaca, Danny Yáñez, Gustavo Yáñez y Tatiana Dranichnikova, por ayudarnos en la solución de algunas inquietudes.

A todos nuestros queridos amigos y compañeros que de alguna manera nos han ayudado, en especial a Milton León y Paul Chulca.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>ANTECEDENTES</b>	
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Justificación	2
1.3 Delimitación	3
1.4 Importancia	3
1.5 Propuesta de intervención y beneficiarios	3
1.6 Objetivos	3
1.6.1 Objetivo general.	3
1.6.2 Objetivos específicos.	4
1.7 Localización general del proyecto	4
1.7.1 Límites	4
1.8 Transporte	
1.9 Marco metodológico	5
1.9.1 Topografía, trazado y diseño vial.	5
1.9.2 Estudio geológico- geotécnico	6
1.9.3 Estudio de tráfico.	6
1.9.4 Diseño de pavimentos.	7
1.9.5 Estudio hidrológico y diseño del drenaje vial.	7
1.9.6 Estudio de impacto ambiental.	8
1.9.7 Diseño de señalización.	8
1.9.8 Elaboración de costos, presupuesto y evaluación económica del proyecto	8
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>TOPOGRAFÍA, TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE</b>	
2.1 Introducción	9
2.2 Fuentes de información utilizados	9
2.3 Equipos utilizados	9
2.4 Personal técnico	10
2.4.1 Metodología de trabajo	10

2.5 Longitud de transición	22
2.6 Longitud tangencial	23
2.7 Sección transversal típica	24
2.8 Sobreebanco en las curvas	25
2.9 Cálculo de los sobreebanco para los diferentes radios de curvatura	27
2.10 Sobreebanco para tractocamiones de 2 ejes y semirremolques de 1 eje	28
2.10.1 Valores de diseño	29
2.11 Alineamiento vertical	30
2.11.1 Gradientes	30
2.11.1.1 Gradientes de diseño	30
2.11.1.2 Longitud Crítica de Pendiente	31
2.11.1.3 Gradientes mínimas	31
2.12 Movimiento de tierras	35
2.12.1 Diagrama de masas	36

### **CAPÍTULO 3**

#### **ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO**

3.1 Antecedentes	37
3.2 Objetivos	37
3.2.1 Objetivo general	37
3.2.2 Objetivos específicos	37
3.3 Localización del proyecto	38
3.4 Condiciones climáticas	39
3.5 Geomorfología	41
3.6 Tectónica y estructura geológica	41
3.7 Riesgos naturales	41
3.7.1 Susceptibilidad a peligros volcánicos	41
3.7.2 Susceptibilidad sísmica	42
3.7.3 Susceptibilidad a inundaciones	44
3.7.4 Movimientos geodinámicos externos	44
3.8 Formaciones geológicas y depósitos superficiales	44
3.9 Trabajos de campo y laboratorio	46
3.9.1 Trabajos de campo	46

3.9.2 Trabajos de laboratorio.	46
3.10 Capacidad portante del suelo (CBR).	49
3.11 Fuente de material pétreo.	52
3.11.1 Localización de la mina de material San Joaquín 2	53
3.11.2 Datos obtenidos de los ensayos de laboratorio de la mina San Joaquín 2.	54

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDIO DE TRÁFICO**

4.1 Alcance	59
4.2 Antecedentes	59
4.3 Objetivos	59
4.3.1 Objetivo general	59
4.3.2 Objetivo específicos	59
4.4 Metodología empleada	60
4.5 Estaciones de conteo	61
4.6 Tráfico actual	61
4.7 Análisis del tráfico actual clasificado	62
4.8 Determinación de la clase de vía	63
4.9 Proyección del tráfico actual	65
4.10 Determinación del tráfico del proyecto	66
4.10.1 Estimación del porcentaje de tráfico generado	66
4.10.2 Estimación del porcentaje de tráfico desviado	69
4.11 Cálculo de los ejes equivalentes por el método AASHTO	70
4.11.1 Cálculo de los ejes equivalentes del pavimento flexible	71
4.11.1.1 Cálculo de los ejes equivalentes para pavimento flexible en un periodo de 20 años.	71
4.11.2 Cálculo de los ejes equivalentes del pavimento rígido	72
4.11.2.1 Cálculo de los ejes equivalentes para pavimento rígido en un periodo de 20 años.	73
4.12 Factor daño por vehículo (FDV)	74
4.12.1 Cuantificación del factor de equivalencia de carga por eje según método AASHTO simplificado.	74

4.12.2 Cálculo del número de ESALS	75
4.12.3 Cálculo de los ejes equivalentes para un periodo de 20 años	75

## **CAPÍTULO 5**

### **DISEÑO DE PAVIMENTOS**

5.1 Generalidades	77
5.2 Objetivos	77
5.3 Fundamento teórico	77
5.3.1 Tipos de pavimentos	77
5.3.1.1 Pavimento flexible	78
5.3.1.1.1 Capas que intervienen en el pavimento flexible	78
5.3.1.2 Pavimento rígido	80
5.3.1.2.1 Capas del pavimento rígido	80
5.4 Trabajos de campo e investigación de la subrasante	81
5.4.1 Resistencia al corte del suelo	86
5.4.2 Determinación del módulo de resiliencia para la subrasante (Mr)	86
5.6 Diseño del pavimento por el método AASHTO 1993	87
5.6.1 Pavimento flexible	87
5.6.2 Diseño del pavimento rígido	101
5.6.3 Diseño de juntas por el método PCA	111
5.6.4 Especificaciones Técnicas MOP - 001-F 2002	117

## **CAPÍTULO 6**

### **ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO DEL DRENAJE VIAL**

6.1 Introducción	130
6.2 Metodología	131
6.3 Funciones de las obras de drenaje	132
6.4 Drenaje longitudinal	132
6.5 Drenaje transversal	132
6.6 Diseño de estructuras de drenaje	132
6.6.1 Cálculo de caudales	132
6.7 Diseño de las alcantarillas	151
6.7.1 Metodología de cálculo	156

6.8 Muros de cabecera	170
6.8.1 Diseño del muro de ala de las alcantarillas	173
6.8.1.1 Flujo de control de entrada (He)	173
6.8.1.2 Flujo de control de salida (hs)	176
6.9 Diseño Estructural de los muros de ala	178
6.10 Especificaciones técnicas MOP -001-F 2002	194

## **CAPÍTULO 7**

### **DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN**

7. 1 Introducción	204
7.2 Metodología	204
7.3 Marco teórico	204
7.4 Señalización horizontal	205
7.4.1 Funciones de la señalización horizontal	205
7.4.2 Clasificación	206
7.4.2.1 Según su forma	206
7.4.3 Distancias de visibilidad de rebasamiento en una curva horizontal	212
7.5 Señalización vertical	215
7.5.1 Clasificación de señales verticales	216
7.5.2 Colocación lateral y altura	217
7.6 Reductores de velocidad	219
7.7 Especificaciones técnicas MOP -001- F 2002	222
7.8 Materiales a ser utilizados en la señalización vertical	223
7.8.1 Cálculo del rendimiento de la pintura para la señalización horizontal y vertical.	224

## **CAPÍTULO 8**

### **IMPACTO AMBIENTAL**

8.1 Antecedentes	227
8.2 Objetivos	227
8.2.1Objetivo general.	227
8.2.2 Objetivos específicos	228

8.3 Alcance del estudio	228
8.4 Datos generales	228
8.4.1 Ubicación geográfica	228
8.4.2 División política	229
8.4.3 Localización del proyecto	229
8.4.4 Referencias socioeconómicas	230
8.4.5 Rasgos históricos	230
8.5 Metodología	231
8.5.1 Metodología para caracterización ambiental	231
8.5.2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales.	232
8.5.3 Metodología para la elaboración de fichas de expropiación	233
8.5.4 Diseño del Plan de Manejo Ambiental	233
8.5.5 Metodología para la evaluación de alternativas	233
8.6 Marco legal	234
8.7 Descripción del proyecto	235
8.7.1 Etapa de construcción	236
8.7.1.1 Adecuación y uso del campamento	238
8.7.1.2 Movimiento de tierras	240
8.7.1.3 Expropiación de terrenos	240
8.7.1.4 Preparación de materiales	240
8.7.1.5 Transporte de materiales	241
8.7.1.6 Movimiento de maquinaria pesada	241
8.7.1.7 Depósito de materiales	241
8.7.1.8 Circulación de vehículos	241
8.7.1.9 Asfaltado y hormigonado	242
8.7.1.10 Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto	242
8.7.2 Etapa de operación	242
8.7.2.1 Movilización vehicular del servicio público y privado	242
8.7.2.2 Aumento de la accesibilidad	242
8.7.2.3 Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos	243
8.7.2.4 Etapa de mantenimiento	243
8.7.2.5 Limpieza de estructuras menores	243
8.7.2.6 Bacheo o repavimentación	243

8.7.2.7 Remarcación de la señalización horizontal	243
8.8 Análisis de alternativas	244
8.9 Determinación del área de influencia	245
8.9.1 Área de influencia directa	245
8.9.2 Área de influencia indirecta	246
8.10 Línea base	246
8.10.1 Componente físico	247
8.10.1.1 Calidad del aire	247
8.10.1.2 Nivel sonoro	247
8.10.1.3 Hidrografía (Agua)	247
8.10.1.4 Tipos de suelo	247
8.10.1.5 Usos y ocupación del suelo	250
8.10.2 Componente Biótico	250
8.10.2.1 Flora	250
8.10.2.2 Fauna	251
8.10.2.3 Paisaje	252
8.10.3 Medio social y económico	253
8.10.3.1 Demografía	253
8.10.3.2 Empleo	255
8.10.3.3 Producción	256
8.10.3.4 Beneficios económicos	258
8.10.3.5 Aumento de la plusvalía de los terrenos	260
8.10.3.6 Relaciones sociales	260
8.10.3.7 Servicios básicos	260
8.10.3.8 Humano	261
8.11 Identificación y evaluación de impactos ambientales	261
8.11.1 Actividades del proyecto	261
8.11.2 Factores ambientales	264
8.12 Evaluación de los impactos ambientales	265
8.12.1 Valoración de impactos	268
8.12.1.1 Para la magnitud	268
8.12.1.2 Para la Importancia	270
8.13 Plan de Manejo Ambiental	289

8.13.1 Medida para la prevención y control de la contaminación del aire	289
8.13.2 Medida para la prevención y control del ruido	290
8.13.3 Manejo de materiales excedentes producto del desmantelamiento del campamento	291
8.13.4 Medida para la conservación de la flora	291
8.13.5 Medida de educación y concientización ambiental	292
8.14 Firmas de responsabilidad	304

## **CAPÍTULO 9**

### **ANÁLISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO**

9.1 Presupuesto de obra	305
9.1.2 Cantidades de obra	305
9.2 Análisis de precios unitarios	308
9.3 Cronograma valorado de ejecución	311
9.4 Cálculo de los beneficios valorados	314
9.4.1 Ingresos	314
9.5 Evaluación económica financiera	321
9.5.1 Mantenimiento vial	322
9.5.2 Valor Actual Neto (VAN)	323
9.5.3 Tasa Interna de Retorno (TIR)	327
9.5.4 Beneficio costo	327

<b>CONCLUSIONES</b>	329
---------------------	-----

<b>RECOMENDACIONES</b>	332
------------------------	-----

<b>LISTA DE REFERENCIAS</b>	333
-----------------------------	-----

### **ANEXOS EN DIGITAL**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del BM1	12
Tabla 2. Coordenadas del BM2	13
Tabla 3. Coordenadas del BM3	14
Tabla 4. Coordenadas del BM4	14
Tabla 5. Coordenadas del BM5	15
Tabla 6. Coordenadas del BM6	16
Tabla 7. Radios mínimos de curvatura	21
Tabla 8. Radios de curvatura realizados en el proyecto horizontal	21
Tabla 9. Longitud de transición de cada curva	22
Tabla 10. Longitud tangencial de cada curva	23
Tabla 11. Ancho de calzada según el tipo de vía	24
Tabla 12. Valores de sobreelevaciones en las curvas del proyecto	28
Tabla 13. Valores de K min	33
Tabla 14. Longitudes mínimas para curvas verticales	33
Tabla 15. Datos de las curvas cóncavas del proyecto	33
Tabla 16. Datos de las curvas convexas	34
Tabla 17. Datos de las curvas convexas	34
Tabla 18. Volúmenes de corte y relleno del pavimento flexible	36
Tabla 19. Precipitaciones mensuales	39
Tabla 20. Condiciones climáticas	41
Tabla 21. Valores del factor z para cada zona sísmica	43
Tabla 22. Clasificación de suelos AASHTO	47
Tabla 23. Resumen de clasificación AASHTO Y SUCS	48
Tabla 24. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR	50
Tabla 25. Valores de carga unitaria	51
Tabla 26. Resumen del CBR de diseño	51
Tabla 27. Tabla del cálculo del percentil 85	52
Tabla 28. Parámetros de los materiales de la mina San Joaquín 2	54
Tabla 29. Mina San Joaquín 2 – Sulfatos	55
Tabla 30. Mina San Joaquín 2 Sub-Base	55
Tabla 31. Mina San Joaquín 2 Base	55

Tabla 32. Clasificación del material de la mina San Joaquín 2	56
Mezcla Asfáltica	
Tabla 33. Granulometría de las diferentes sub-bases	56
Tabla 34. Granulometría para bases	57
Tabla 35. Granulometría para capas de rodadura	57
Tabla 36. Proporciones para las resistencias $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	58
Tabla 37. Clasificación vehicular	60
Tabla 38. Conteo manual tráfico	62
Tabla 39. TPDA del proyecto	62
Tabla 40. Porcentajes del TPDA del proyecto	63
Tabla 41. Porcentajes de vehículos pesados respecto a su dirección	63
Tabla 42. Clasificación de la vía en función del TPDA	64
Tabla 43. Determinación de la función de la vía	64
Tabla 44. Tasa de crecimiento vehicular	65
Tabla 45. Proyección del tráfico actual	65
Tabla 46. Niveles de confianza	67
Tabla 47. Porcentaje del tráfico generado	69
Tabla 48. Método AASHTO pavimento flexible	71
Tabla 49. Número de carriles una sola dirección	72
Tabla 50. Método AASHTO pavimento rígido	73
Tabla 51. Factor de equivalencia de carga	74
Tabla 52. Factor daño por vehículo	75
Tabla 53. Factor total daño	75
Tabla 54. Periodo de diseño en función del volumen del tránsito	88
Tabla 55. Factor de confiabilidad por sectores en función del tipo de vía	89
Tabla 56. Coeficiente normal de desviación estándar	89
Tabla 57. Valores de la desviación estándar para los dos tipos de pavimento	90
Tabla 58. Índice de serviciabilidad	91
Tabla 59. Índice de serviciabilidad final	91
Tabla 60. Índice de serviciabilidad para pavimento flexible	92
Tabla 61. Tiempo recomendado de evacuación del agua	93

Tabla 62. Porcentajes de tiempo en función de la calidad del drenaje y de la humedad	94
Tabla 63. Criterios del control de calidad de mezclas asfálticas	97
Tabla 64. Espesores mínimos del concreto asfáltico y base granular	98
Tabla 65. Coeficiente normal de desviación estándar	103
Tabla 66. Valores de la desviación estándar para los dos tipos de pavimento	103
Tabla 67. Índice de serviciabilidad final	104
Tabla 68. Índice de serviciabilidad para pavimento Rígido	104
Tabla 69. Porcentajes de tiempo en función de la calidad del drenaje y de la humedad	105
Tabla 70. Modulo k de subbase / Subrasante	106
Tabla 71. Coeficientes de transferencia de carga	108
Tabla 72. Módulo de Elasticidad del Hormigón ( $E_c$ )	108
Tabla 73. Resistencia Media a la Flexo-tracción ( $S'_c$ )	109
Tabla 74. Espesores máximos y mínimos de la losa de hormigón sin sub base	110
Tabla 75. Diámetro, longitud y separación en función del espesor de la losa del pavimento	115
Tabla 76. Factor de fricción de acuerdo al tipo de material bajo la losa	116
Tabla 77. Coeficientes de escorrentía	139
Tabla 78. Periodos de retorno (T)	141
Tabla 79. Coeficiente de Manning	142
Tabla 80. Ecuación de intensidades zona 25	142
Tabla 81. Cálculo del caudal de las cunetas internas y externas del lado este	145
Tabla 82. Cálculo del caudal de las cunetas internas y externas del lado Oeste	146
Tabla 83. Cálculo de la sección hidráulica de la cuneta del lado este	148
Tabla 84. Cálculo de la sección hidráulica de la cuneta del lado oeste	149
Tabla 85. Diagnóstico de las alcantarillas existentes	154
Tabla 86. Tipos de alcantarillas	156
Tabla 87. Clasificación de los suelos del cantón Mejía en función de la geología	159

Tabla 88. Precipitaciones efectivas	161
Tabla 89. Coeficientes de rugosidad de manning	164
Tabla 90. Cálculo del diámetro de la tubería para la conducción de las aguas lluvias hacia la alcantarilla 0+635.	165
Tabla 91. Parámetros de diseño de las alcantarillas	166
Tabla 92. Velocidad de circulación de flujo	169
Tabla 93. Datos de caudales y diámetros calculados	175
Tabla 94. Altura de entrada de las alcantarillas (He)	176
Tabla 95. Altura de entrada de las alcantarillas (He)	177
Tabla 96. Comparación entre diámetros existentes y adoptados de alcantarillas	177
Tabla 97. Dimensiones de las alcantarillas	187
Tabla 98. Valores calculados de pesos, momentos, factores de seguridad y esfuerzos, para cada muro	188
Tabla 99. Datos empleados para el diseño estructural del muro	191
Tabla 100. Momentos últimos, cuantías de acero y áreas de acero requerida para el diseño del muro	191
Tabla 101. Áreas de acero a utilizar en el diseño del muro	192
Tabla 102. Distribución de acero para la pantalla y base de cada muro	192
Tabla 103. Ancho de la línea de señalización en función de la velocidad máxima de la vía	208
Tabla 104. Tipos de flechas de viraje	212
Tabla 105. Distancias de visibilidad	212
Tabla 106. Distancias de rebasamiento mínimas según la velocidad máxima permitida en la vía	213
Tabla 107. Distancias de rebasamiento mínimas según la velocidad máxima permitida en la vía.	215
Tabla 108. Señales regulatorias que serán colocadas en la vía, con sus respectivas abscisas	216
Tabla 109. Señales preventivas que serán colocadas en la vía, con sus respectivas abscisas.	218
Tabla 110. Abscisas de ubicación de los reductores de velocidad	221
Tabla 111. Longitudes totales de los dos tipos de líneas	224
Tabla 112. Área total de pintura de las flechas de viraje	225

Tabla 113. Área total de pintura de las líneas de paso peatonal	225
Tabla 114. Resumen de todas las señales verticales a ser utilizadas	225
Tabla 115. Volumen total de material	226
Tabla 116. Análisis social, económico y ambiental para los dos tipos de pavimentos	244
Tabla 117. Análisis de alternativas pavimento flexible y pavimento rígido	244
Tabla 118. Actividades consideradas para la definición del área de influencia	246
Tabla 119. Resumen de clasificación AASHTO Y SUCS	249
Tabla 120. Especies de flora existente en el proyecto	251
Tabla 121. Especies de fauna existente en el proyecto	252
Tabla 122. Total de población de la parroquia de Aloasí	253
Tabla 123. Total de población de hombres y mujeres de la parroquia de Aloasí	253
Tabla 124. Población por grupos de edad y sexo de la Parroquia de Aloasí	254
Tabla 125. Total de población de la parroquia de Aloasí	255
Tabla 126. Actividades y su generación de empleo	256
Tabla 127. Actividades y productos Agro productivos	256
Tabla 128. Industria, manufactura y microempresa	257
Tabla 129. Tipo de microempresa	257
Tabla 130. Cadenas productivas Aloasí	258
Tabla 131. Actividades de la población de Aloasí	259
Tabla 132. Datos generales de los servicios básicos con respecto a la parroquia de Aloasí	257
Tabla 133. Cantidades de obra para el pavimento flexible	262
Tabla 134. Cantidades de Obra para el pavimento rígido	263
Tabla 135. Factores ambientales afectados por las actividades del proyecto	265
Tabla 136. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales	266
Tabla 137. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales	267
Tabla 138. Matriz Carácter de Impacto Ambiental	272

Tabla 139. Matriz de Extensión de Impacto Ambiental	273
Tabla 140. Matriz de Duración de Impacto Ambiental	274
Tabla 141. Matriz de Probabilidad de Impacto Ambiental	275
Tabla 142. Matriz de Intensidad de Impacto Ambiental	276
Tabla 143. Matriz de Reversibilidad de Impacto Ambiental	277
Tabla 144. Matriz de Magnitud de Impacto Ambiental	278
Tabla 145. Matriz de Momento de Impacto Ambiental	279
Tabla 146. Matriz de Sinergia de Impacto Ambiental	280
Tabla 147. Matriz de Acumulación de Impacto Ambiental	281
Tabla 148. Matriz de Efecto de Impacto Ambiental	282
Tabla 149. Matriz de Periodicidad de Impacto Ambiental	283
Tabla 150. Matriz de Recuperabilidad de Impacto Ambiental	284
Tabla 151. Matriz de Importancia de Impacto Ambiental	285
Tabla 152. Matriz Total de Impacto Ambiental	286
Tabla 153. Presupuesto de las medidas de mitigación	292
Tabla 154. Cronograma valorado de las actividades para mitigar los impactos ambientales	293
Tabla 155. Programa para el control del aire	294
Tabla 156. Programa para el control del ruido	295
Tabla 157. Programa para el control del uso y ocupación del suelo	296
Tabla 158. Programa de capacitación al personal técnico y comunidad	297
Tabla 159. Ficha ambiental y plan de manejo ambiental	298
Tabla 160. Ficha para control del aire	300
Tabla 161. Ficha para control de ruido	301
Tabla 162. Ficha para control del uso del suelo	302
Tabla 163. Ficha para control del uso del suelo (manejo de campamentos e instalaciones temporales)	303
Tabla 164. Ficha para control del uso del suelo (cierre y abandono)	304
Tabla 165. Cantidades de obra para el pavimento flexible	306
Tabla 166. Cantidades de obra para el pavimento rígido	307
Tabla 167. Presupuesto para el pavimento flexible	309
Tabla 168. Presupuesto para el pavimento rígido	310
Tabla 169. Cronograma valorado para el Pavimento flexible	312
Tabla 170. Cronograma valorado para el Pavimento rígido	313

Tabla 171. Beneficios valorados sin proyecto del transporte de los productos	314
Tabla 172. Beneficios valorados con proyecto del transporte de los productos	315
Tabla 173. Comparación del recorrido vehicular con proyecto y sin proyecto	316
Tabla 174. Beneficios valorados al año en el recorrido de los vehículos	316
Tabla 175. Comparación con proyecto y sin proyecto de los cambios de aceite al año	317
Tabla 176. Beneficios valorados al año en el cambio de aceite de los vehículos	317
Tabla 177. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los neumáticos al año	318
Tabla 178. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los neumáticos al año	318
Tabla 179. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los amortiguadores al año	319
Tabla 180. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los amortiguadores al año	319
Tabla 181. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los zapatas al año	320
Tabla 182. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los zapatas al año	320
Tabla 183. Beneficios totales valorados al año	321
Tabla 184. Beneficios totales valorados con una proyección de 20 años	321
Tabla 185. Presupuesto anual para el mantenimiento vial del pavimento flexible	322
Tabla 186. Presupuesto del mantenimiento vial para el décimo año de operación del pavimento flexible	323
Tabla 187. Presupuesto anual para el mantenimiento vial del pavimento rígido	323
Tabla 188. Cálculo del valor actual neto para el pavimento flexible	325
Tabla 189. Cálculo del valor actual neto para el pavimento rígido	326

Tabla 190. Valores de la tasa interna de retorno para los dos tipos de pavimento.	327
Tabla 191. Cálculo del beneficio costo para los dos tipos de pavimento	328

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Coordenadas iniciales GPS-2	11
Figura 2. Coordenada final GPS-1	11
Figura 3. Hito - BM1	12
Figura 4. Hito – BM2	13
Figura 5. Hito – BM3	13
Figura 6. Hito – BM4	14
Figura 7. Hito – BM5	15
Figura 8. Hito – BM6	16
Figura 9. Relación de talud para corte y relleno	17
Figura 10. Elementos de la curva circular simple	19
Figura 11. Sección típica de una vía de pavimento flexible	25
Figura 12. Sección típica de una vía de pavimento rígido	25
Figura 13. Esquema del sobreancho de un carril de tránsito	26
Figura 14. Vehículo tipo 2DB	28
Figura 15. Vehículo tipo 2S1	29
Figura 16. Diagrama de masas del pavimento flexible	36
Figura 17. Localización del proyecto	38
Figura 18. Precipitaciones medias mensuales	40
Figura 19. Precipitaciones medias anuales	40
Figura 20. Mapa sísmico del Ecuador	43
Figura 21. Toma de muestras – ensayo CBR	49
Figura 22. Mapa del cantón Latacunga	53
Figura 23. Ubicación de las estaciones de conteo	61
Figura 24. Rutas existentes del sector	70
Figura 25. Esquema de la estructura del pavimento flexible	78
Figura 26. Perfil estratigráfico clasificación AASHTO	84
Figura 27. Perfil estratigráfico clasificación SUCS	85
Figura 28. Nomograma para SUB BASE	95
Figura 29. Nomograma para la base	96
Figura 30. Nomograma para capa de rodadura	97
Figura 31. Sección típica de las capas del pavimento flexible	100
Figura 32. Correlación CBR- K	106

Figura 33. Transferencia de carga longitudinal	107
Figura 34. Sección típica de las capas del pavimento rígido	111
Figura 35. Gráfico de la relación entre el largo y ancho un tablero de losa	112
Figura 36. Detalle de las juntas de en pozos del alcantarillado	113
Figura 37. Detalle de Juntas de Construcción en curvas	113
Figura 38. Juntas de expansión alrededor del sumidero	114
Figura 39. Junta transversal de contracción	114
Figura 40. Recepción del concreto en obra	126
Figura 41. Ejecución y sellado de juntas	128
Figura 42. Acabado de la superficie	129
Figura 43. Tramo de carretera en relleno o terraplén	133
Figura 44. Tramo de carretera a media ladera	134
Figura 45. Tramo de carretera en corte	135
Figura 46. Tramo de carretera a media ladera peraltada	136
Figura 47. Tramo de carretera en corte peraltada	137
Figura 48. Tramo de carretera a diseñarse a relleno o terraplén	138
Figura 49. Mapa de isocotas	143
Figura 50. Sección típica de la cuneta para caminos vecinales	150
Figura 51. Ubicación de la alcantarilla existente en la abscisa 0+160	152
Figura 52. Ubicación de la alcantarilla a proyectarse en la abscisa 0+607.5	152
Figura 53. Ubicación de la alcantarilla existente en la abscisa 2+510	153
Figura 54. Ubicación de la alcantarilla existente en el sector de Miraflores Alto	154
Figura 55. Terraplén	155
Figura 56. Clasificación de los suelos del cantón Mejía en función de la Geología	157
Figura 57. Usos del suelo del cantón Mejía	158
Figura 58. Área de la cuenca de Miraflores Alto	162
Figura 59. Área de la cuenca de la ABS: 2+510	163
Figura 60. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en Miraflores Alto.	166
Figura 61. Curvas para determinar la profundidad normal	167

de la alcantarilla ubicada en la abscisa 0+160.	
Figura 62. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en la abscisa 0+630	168
Figura 63. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en la abscisa 2+510	168
Figura 64. Especificaciones de la corrugación del PP-68	169
Figura 65. Muro recto	171
Figura 66. Muro en L	171
Figura 67. Muro de ala de ángulo abierto	172
Figura 68. Muro de ala en ángulo cerrado	172
Figura 69. Muro en U	173
Figura 70. Cambio de estrato para la determinación de la altura del muro de cabecera.	178
Figura 71. Elementos principales y secundarios de un muro	179
Figura 72. Sistema de drenaje del muro	179
Figura 73. Muro de contención a cantiléver	180
Figura 74. Muro de contención con todas las variables de diseño	180
Figura 75. Fuerzas que actúan sobre el muro	185
Figura 76. Fuerzas y esfuerzos (Ton) que actúan en el muro	189
Figura 77. Diagramas de momentos (Tm) para cada muro	190
Figura 78. Diseño del armado del muro de la ABS: 0+607.5	193
Figura 79. Diseño del armado del muro de la ABS: 2+510	193
Figura 80. Diseño del armado del muro del sector de Miraflores Alto	194
Figura 81. Señalización horizontal	205
Figura 82. Señalización líneas de borde	207
Figura 83. Distancia para la colocación de las tachas	208
Figura 84. Distancia para la colocación de tacha bidireccional	209
Figura 85. Distancia para la colocación de tacha bidireccional en todo el trayecto	209
Figura 86. Zonas de no rebasar en curva vertical	213
Figura 87. Zonas de no rebasar en curva vertical	214
Figura 88. Zonas de no rebasar en curva horizontal	214
Figura 89. Colocación y altura señal pare	217
Figura 90. Señales informativas	218

Figura 91. Señales temporales para trabajos en la vía	219
Figura 92. Rompe velocidades en calzada bidireccional de circulación	220
Figura 93. Reductor de velocidad trapezoidal	221
Figura 94. Mapa político del cantón Mejía	229
Figura 95. Localización del proyecto	230
Figura 96. Espacio a ser utilizado por el campamento, parte posterior	239
Figura 97. Espacio a ser utilizado por el campamento, parte frontal	239

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Longitud de transición	22
Ecuación 2. Longitud tangencial	23
Ecuación 3. Sobreancho	28
Ecuación 4. Longitud critica de pendiente	31
Ecuación 5. Volumen del movimiento de tierras	35
Ecuación 6. Tramo de carretera en relleno o terraplén	133
Ecuación 7. Tramo de carretera a media ladera	134
Ecuación 8. Tramo de carretera en corte	135
Ecuación 9. Tramo de carretera a media ladera peraltada	136
Ecuación 10. Tramo de carretera en corte peraltada	137
Ecuación 11. Intensidad zona 25	142
Ecuación 12. Caudal –ecuación Izzard	147
Ecuación 13. Retención potencial máxima	160
Ecuación 14. Intensidad	160
Ecuación 15. Precipitación total	161
Ecuación 16. Precipitación efectiva	161
Ecuación 17. Caudal método S.C.S	162
Ecuación 18. Empuje activo	181
Ecuación 19. Empuje pasivo	181
Ecuación 20. Fuerza del empuje activo	182
Ecuación 21. Fuerza del empuje pasivo	182
Ecuación 22. Fuerza del peso del muro	183
Ecuación 23. Factor de seguridad al deslizamiento	183
Ecuación 24. Factor de seguridad al volcamiento	184

## **RESUMEN**

El objetivo de este proyecto es solucionar dos necesidades principales que tiene el sector, la primera es contar con una vía principal de acceso a la Moya en óptimas condiciones de servicio, la segunda es realizar el rediseño de la alcantarilla existente ubicada en el sector de Miraflores Alto; con estos proyectos se fomentará socio-económico del sector.

Para cumplir con estos objetivos, se realizaron trabajos de campo tales como: colocación de puntos GPS, levantamiento topográfico de la vía y de la alcantarilla en el sector de Miraflores Alto, conteo del tráfico, toma de muestras para los ensayos de suelo, encuestas y en oficina: el procesamiento de la información.

Con los datos obtenidos se procedió con el diseño geométrico de la vía y el replanteo del eje vial, además, se propone dos tipos de estructura del pavimento: pavimento flexible y pavimento rígido. Se ha diseñado la señalización, el drenaje vial, las alcantarillas de la vía y del sector de Miraflores Alto, todo esto respaldado con estudios como: geológico-geotécnico, tráfico, hidrológico e impacto ambiental.

El presupuesto se elaboró utilizando el programa Sapro con precios unitarios de la EPMMOP- Marzo 2014, además, se realizó el análisis económico financiero, donde se determinó los beneficios costo en base a los indicadores económicos: VAN, TIR y B/C, los cuales determinaron la viabilidad económica del proyecto.

## **ABSTRACT**

The objective of this project is solve two main needs that has the place, the first one is to have a principal road of access to the Moya in the best conditions of service; the second one is to do the redesign of the existing sewer located in Miraflores Alto. With these projects will have promoted the development socioeconomic of this place. El objetivo

In order to comply with these objectives have made outside works such as: placement of GPS points, topographic survey of the road and the sewer in Miraflores Alto, traffic count, taking of samples for the trials of the soil, taking of photographs, surveys; and inside: the process of the information.

With the gotten data we made the geometric design the stakeout of the road axis, besides it is proposed two and kinds of structure of pavement: flexible pavement and rigid pavement. The signaling has been designed, the road drainage, the sewers of the road and also in Miraflores Alto, all supported by studies such as: geological-geotechnical, traffic, hydrologic and environmental impact.

The budget was done using the sapro program with unit prices from the EPMMOP - in March 2014. In addition the economic financial analysis was done were it was established the cost benefits based on economic indicators, VAN, TIR and B/C cost, which determined the economic viability of the project.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto titulado Mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a “La Moya” y diseño de alcantarilla en el sector de Miraflores Alto, tiene dos finalidades, la primera es realizar el rediseño geométrico de la vía y el mejoramiento vial de la vía principal de acceso a la Moya y la segunda es realizar el rediseño de la alcantarilla ubicada en el sector de Miraflores Alto, parroquia de Aloasí, cantón Mejía.

Todos Para ello se deberá realizar el diseño geométrico de la vía existente, el estudio geológico-geotécnico, estudio de tráfico, estudio de pavimentos, estudio hidrológico, diseño del drenaje vial, diseño de la señalización, estudio de impacto ambiental y el análisis de costo y presupuesto.

El rediseño de la vía que tiene una longitud de 2674.15 m, se realizó en base a lo existente en sitio, mejorando su sección transversal, drenaje superficial, sus radios de curvatura, pendientes, tratando de afectar lo menos posible a los predios aledaños a la vía y respetando lo que establece las normas de diseño geométrico de carreteras año 2003, para una vía colectora clase III con un TPDA de 300 a 1000 vehículos diarios.

En el estudio de pavimentos se realizó el diseño de dos tipos de alternativas de pavimento como son: el pavimento flexible y el pavimento rígido.

Finalmente en el análisis de costo y presupuesto se calculó las cantidades de obra, presupuesto, cronograma valorado, para los dos tipos de alternativa de pavimento dónde se determinó el TIR, VAN, y el B/C.

# CAPÍTULO 1

## ANTECEDENTES

### 1.1 Planteamiento del problema

La mayoría de los problemas que afectan a las zonas rurales, es la falta de vías en buen estado que satisfagan las necesidades de la comunidad del sector, por este motivo la Junta Parroquial de Aloasí ha solicitado a la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana, el apoyo para que los egresados de dicha carrera elaboren como trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil varios procesos, entre los cuales figura el Mejoramiento Vial con Drenaje de la Vía principal “La Moya” y el Diseño de Alcantarilla en el sector de Miraflores Alto.

El estudio de una vía conlleva a las diferentes áreas de la Ingeniería Civil, como son la Topografía, Geología, Geotecnia, Mecánica de Suelos, Hidrología, Hidráulica entre otras, a más de otras disciplinas como la Sociología, Economía, Impacto Ambiental, que permiten realizar los estudios de un proyecto vial.

El diseño del mejoramiento de la vía, se realizará de acuerdo a normas y especificaciones, para que el proyecto vial se conserve en condiciones óptimas durante toda su vida útil.

### 1.2 Justificación

El trabajo de grado que se presenta, tiene como finalidad plantear una alternativa la cual solucionara dos de las necesidades que tiene el sector, como es contar con una vía principal de acceso en óptimas condiciones y un drenaje adecuado para de esta manera fomentar el desarrollo socio – económico del sector ya que es una zona agrícola y ganadera por excelencia, la cual conecta los barrios aledaños de la parroquia de Aloasí.

Y en el sector de Miraflores Alto, se optará por el diseño de una nueva alcantarilla para precautelar la integridad del sector, debido a que la alcantarilla existente es muy antigua y no tiene un correcto funcionamiento.

### **1.3 Delimitación**

Este trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica Salesiana, formula el proyecto con el objetivo que la Junta parroquial de Aloasí sea la encargada de disponer la ejecución del proyecto.

### **1.4 Importancia**

La razón fundamental de la realización de este trabajo de titulación es mejorar la calidad de vida y condiciones de vialidad de los moradores de la parroquia de Aloasí, además de impulsar el desarrollo económico del sector y por ende del cantón Mejía.

### **1.5 Propuesta de intervención y beneficiarios**

La ejecución del proyecto como trabajo de titulación, es la realización del diseño del mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a la Moya y el diseño de la alcantarilla en el sector de Miraflores Alto.

El diseño del mejoramiento vial ayudará al desarrollo de la zona con una población aproximada de 6855 habitantes y además a los barrios aledaños de esta vía.

Cabe indicar que actualmente en la mayor parte del área del proyecto existe el sistema de alcantarillado y la vía se encuentra empedrada en su totalidad, pero no cuenta con drenaje superficial (sumideros), para que las aguas lluvias sean evacuados a los pozos del alcantarillado existente.

### **1.6 Objetivos**

#### **1.6.1 Objetivo general.**

Diseñar el mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a La Moya.

Diseñar la alcantarilla en el sector de Miraflores Alto.

### **1.6.2 Objetivos específicos.**

- Determinar las características del suelo y evaluar el suelo de la sub rasante.
- Calificar el material de la mina, que será utilizada para el diseño de hormigones y para la estructura del pavimento.
- Determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA).
- Determinar el número de ejes equivalentes de 8.2 ton para un periodo de 20 años.
- Diseñar los espesores de la estructura del pavimento flexible y rígido
- Diseñar un drenaje superficial óptimo.
- Seleccionar la estructura, tamaño y tipo de alcantarilla a utilizar en el sector de Miraflores alto.
- Determinar la línea base en términos bióticos, físicos y socioeconómicos
- Determinar las variaciones debido a las acciones realizadas en la rehabilitación de la vía, beneficios y sus afectaciones.
- Fortalecer los impactos positivos y mitigar los impactos negativos, que se producirán a consecuencia de la rehabilitación vial.
- Realizar el análisis comparativo técnico - económico entre el pavimento rígido y flexible.

### **1.7 Localización general del proyecto**

Este proyecto se encuentra ubicado en el cantón Mejía a las faldas del cerro el corazón a 2.5 Km, a 35 Km desde la ciudad de Quito y a 1 Km de Machachi en sentido occidental.

#### **1.7.1 Límites.**

**Al Norte:** Parroquia Aloag

**Al Sur:** Parroquia el Chaupi

**Al Este:** Parroquia Machachi

**Al Oeste:** Parroquia Aloag y Chaupi

## **1.8 Transporte**

Para el acceso a la vía principal la Moya se lo realiza a través de la cooperativa de transporte Machacheña que realiza turnos en intervalos de una hora iniciando a las 5:00 am hasta las 19:30 pm entre semana y los fines de semana en intervalos de media hora en el mismo horario.

Otra opción son las camionetas de alquiler de distintas cooperativas las cuales prestan su servicio desde la ciudad de Machachi o a la entrada de la parroquia de Aloasí, panamericana sur km 37 en el cantón Mejía.

## **1.9 Marco metodológico**

El proyecto incluye los siguientes componentes, propios de un proyecto vial convencional.

### **1.9.1 Topografía, trazado y diseño vial.**

Primero se realizará el reconocimiento visual de la vía para proceder a colocar los puntos GPS al inicial y a final de la vía; una vez colocados estos puntos GPS de referencia se comenzará con el levantamiento topográfico utilizando la estación total marca Trimble año 2009; además cabe indicar que durante el levantamiento topográfico se colocará estacas cada 100 m para el abscisado provisional de la vía.

Luego de haber culminado los trabajos de campo antes mencionados se procederá a procesar la información en el programa Auto Cad Civil 2013 en el cual se realizará el diseño del proyecto vertical, horizontal y secciones transversales en base a las normas de Diseño Geométrico de Carreteras -2003.

En el rediseño de la vía principal la Moya se tomará con base el estado actual de la vía, mejorando su sección transversal y drenaje superficial, sus radios de curvatura y pendientes tratando en lo posible de afectar en menor cantidad los predios que se encuentran junto a la vía.

### **1.9.2 Estudio geológico- geotécnico.**

Las abscisas antes colocadas se utilizarán como referencia para la realización de la toma de muestras de suelo cada 500 m a nivel de rasante a 1 m y 2.5 m de profundidad.

Además, de la mina San Joaquín 2 se tomara 6 muestras de material pétreo tanto del agregado fino y grueso.

En el laboratorio de suelos de la Universidad Politécnica Salesiana se analizarán las muestras de suelos de las diferentes profundidades para proceder a determinar: el contenido de humedad, granulometría, clasificación ASSHTO y SUCS, capacidad de soporte CBR, etc. ; y con las muestras obtenidas de la mina de material San Joaquín 2 se procederá a determinar la calidad de los materiales pétreos para base, sub base, carpeta asfáltica y diseño de hormigones para las resistencias de 180 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para realizar el perfil geológico se utilizará la carta Geológica adquirida en el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, Dirección Nacional de Geología y Minas.

### **1.9.3 Estudio de tráfico.**

Se realizará los conteos manuales en base a una plantilla de conteo en 2 diferentes sitios de la vía; por 7 días las 24 horas, además para determinar la estimación del porcentaje del tráfico generado se realizara encuestas las cuales estarán en función de la población del sector y esta encuesta se realizara a las personas que se encuentren cerca del sitio en estudio.

Del Ministerio de Transporte y Obras Públicas se obtendrá las tablas de la tasa de crecimiento vehicular por provincia, factor mensual el cual depende de la fecha en la que se realizó el conteo manual y pesos de los diferentes tipos de vehículos.

Una vez que se obtenga toda información se procederá a determinar el TPDA del proyecto, el tipo de vía y el cálculo de los ejes equivalentes de carga de 8.2 ton en base al método ASSHTO.

#### **1.9.4 Diseño de pavimentos.**

Se utilizará información anteriormente obtenida en los estudios de tráfico y geológico-geotécnico e hidrológico como es: el CBR de diseño, la clasificación ASSHTO y SUCS, las precipitaciones máximas anuales y el número total de ejes equivalentes de carga.

Con esta información se procederá al diseño de los espesores de los 2 tipos de pavimentos los cuales se realizarán en base a la guía ASSHTO y para el cálculo de los pasadores de se realizará en base al método PCA.

#### **1.9.5 Estudio hidrológico y diseño del drenaje vial.**

Se deberá realizar una inspección en campo para determinar los puntos de desagüe los cuales se considerarán en el diseño.

Se averiguará en la empresa de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Mejía si el alcantarillado que existe actualmente en la vía es combinado o sanitario; en caso de ser alcantarillado combinado se evacuará las aguas lluvias a los pozos del alcantarillado existente; caso contrario se realizará el cálculo de las alcantarillas las cuales descargarán las aguas lluvias a la quebrada más cercana y además estas alcantarillas serán de armico empernables.

Cabe indicar que para el cálculo del caudal de las cuencas no se realizará en base a las cuencas a portantes, debido a que en todo el trayecto de la vía no se cuenta con laderas pronunciadas; bajo estas premisas el cálculo se realizara en base a las precipitaciones máximas de la estación Izo bamba y dimensiones mínimas para cunetas.

En el sector de Miraflores alto para el rediseño de la alcantarilla se utilizará la carta hidrológica del sitio adquirida en el Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:25000 en la cual se trazará el área de aportación de la cuenca.

El diseño de las alcantarillas, cunetas y sumideros se realizará en base a la bibliografía de Drenaje Vial y Urbano. (Drenaje de obras viales -MTOP, Drenaje

Vial y Urbano -Universidad del Cauca Colombia ; Drenaje Vial y Urbano - Ministerio de Obras públicas Colombia).

#### **1.9.6 Estudio de impacto ambiental.**

Se evaluara el impacto ambiental en la operación y construcción; para desarrollar un plan de manejo ambiental. Tomando como base las Especificaciones Generales del Ministerio de Obras Públicas (MOP -001-F 2002).

Una vez que se obtenga el trazado vial definitivo se procederá a elaborar las fichas de expropiación de los predios afectados.

Para el pago de las expropiaciones de los pedios afectados se tomara los avalúos proporcionados por el Municipio del cantón Mejía en el departamento de avalúos y catastros.

#### **1.9.7 Diseño de señalización.**

Con el trazado vial definitivo se procederá a la ubicación de las señales de tránsito de acuerdo a las normas INEN.

#### **1.9.8 Elaboración de costos, presupuesto y evaluación económica del proyecto.**

Este análisis se realizara una vez terminado todos los cálculos y diseños de los rubros que involucra la vía.

Para el cálculo del presupuesto se utilizara los precios unitarios de la Epmmp los cuales se calcularan en base al programa Sapro.

Una vez obtenido el presupuesto se realizará el cronograma valorado de actividades.

## **CAPÍTULO 2**

### **TOPOGRAFÍA, TRAZO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE**

#### **2.1 Introducción**

La topografía juega un papel muy importante para la determinación de la geometría de la vía. Esta zona de estudio cuenta con un 70 % de terreno ondulado y un 30 % de terreno plano.

La topografía se realizó en base al levantamiento topográfico de todos los componentes de la vía, además se realizó el levantamiento de una faja paralela a la vía de 10 a 15 m de ancho utilizando como equipo una estación total con sus accesorios, y las coordenadas UTM WGS-84 obtenidas a través de GPS.

Simultáneamente importante tener conocimiento de la geología del terreno por donde atraviesa el proyecto, antes de continuar con el procedimiento técnico de su diseño, puesto que las condiciones geológico-geotécnicas que presente, influyen directamente en las decisiones de ingeniería, las facilidades o dificultades de construcción y consecuentemente en el costo.

#### **2.2 Fuentes de información utilizados**

El diseño geométrico de la vía en estudio se realizó en base a las normas de Diseño Geométrico de Carreteras -2003 (MOP).

#### **2.3 Equipos utilizados**

Para el levantamiento de la vía se utilizó:

Una estación total marca Trimble 3605 año 2009 la misma que permite guardar información en su memoria interna x, y, z que luego será descargada a la computadora.

Un GPS marca SHTECH de precisión 50 cm

2 prismas

3 radios Motorola

## **2.4 Personal técnico**

1 Topógrafo

2 Cadeneros

1 Persona auxiliar

### **2.4.1 Metodología de trabajo.**

Se realizó un reconocimiento del terreno, para tener una idea más real del alcance del levantamiento.

Se colocaron dos puntos GPS al inicio y al final del proyecto, estos puntos de referencia se utilizaron como partida para el levantamiento topográfico y además servirán como referencia para el replanteo y el inicio del proceso constructivo; cabe señalar que estos puntos GPS están debidamente ligados a coordenadas reales, que se obtuvieron a partir de un sistema GPS.

En el levantamiento se realizó la toma de los siguientes puntos como: borde superior e inferior de vía, eje de vía, postes de luz, pozos del alcantarillado, línea férrea, casas, linderos de los terrenos y quebradas.

#### **a. Polígono**

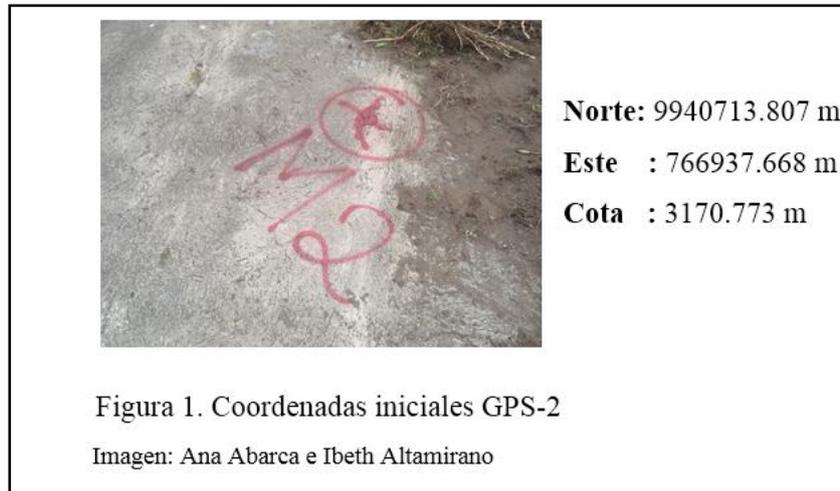
La poligonal se trazó utilizando el método de cerros atrás. Los vértices de las poligonales se observaron mediante lecturas directas del aparato y las distancias entre vértices se determinan midiendo adelante y atrás para evitar posibles errores en las mediciones. Además, cabe indicar que esta misma poligonal se utilizó para el replanteo de la vía.

#### **b. Coordenadas**

Las coordenadas GPS del proyecto son:

**Coordenada inicial GPS-2 (M2):**

**Descripción:** Se encuentra colocada en la cancha de la casa barrial del barrio la Moya como se indica en la siguiente fotografía:



**Coordenada final GPS- 1:**

**Descripción:** Se encuentra al final de la vía en el bordillo del lado sur de la casa esquinera como se indica a continuación:



**c. Puntos de detalle**

Los puntos de detalle son los puntos de referencia donde el topógrafo debe plantarse para localizar el PC y el PT de cada curva en la etapa de construcción de la vía. Las referencias de cada curva con sus respectivas distancias y ángulos se encuentran en los planos del diseño vial. (Ver anexo 1)

**d. Hitos**

Los hitos serán colocados en el replanteo a lo largo de la vía cada 500 m, además de indicar sus coordenadas, sector y abscisas del sitio como se indica a continuación:

**ABS: 0+500**



Tabla 1. Coordenadas del BM1

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
BM 1	9941108.38	766950.33	3150.507	Se encuentra ubicado en la parte inferior del talud de la línea férrea a 13.90 m del poste en sentido sur.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**ABS: 1+000**



Tabla 2. Coordenadas del BM2

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
BM 2	9941381.46	7667346.78	3147.778	Se encuentra ubicado en el sentido sur oeste a 1.65 m de la casa tomate a lado de la vereda

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**ABS: 1+500**



Tabla 3. Coordenadas del BM3

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
BM 3	9941596.33	767791.60	3093.537	Se encuentra ubicado en el sentido sur a 20 m del inicio de la quebrada La Moya y a 12.9 m del poste en dirección norte al BM 3.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### ABS: 2+000

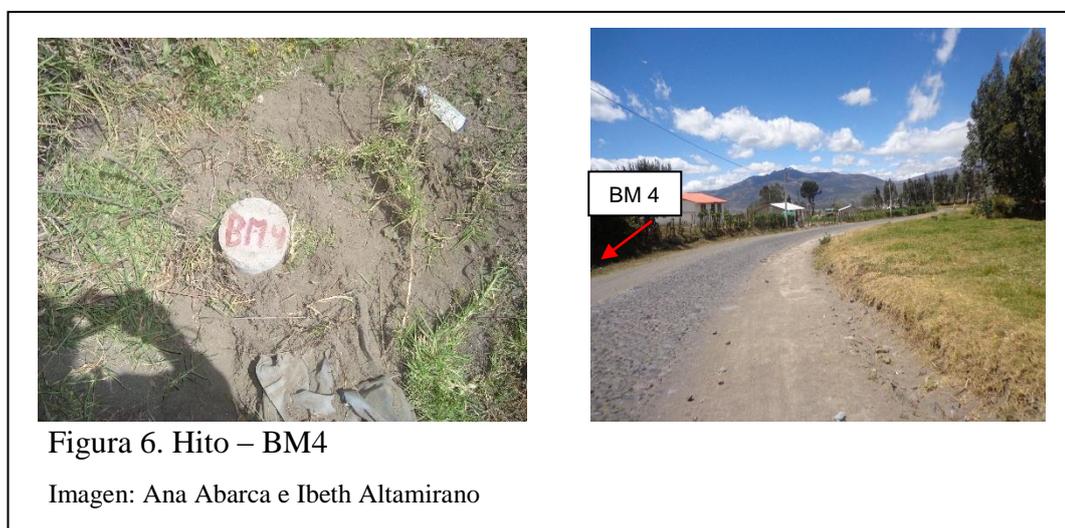


Tabla 4. Coordenadas del BM4

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
BM 4	9941839.24	768224.22	3069.393	Se encuentra ubicado en el sentido norte, cerca del mojón se encuentra una casa del Miduvi.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**ABS: 2+500**



Tabla 5. Coordenadas del BM5

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
BM 5	9942085,32	768633,41	3040.572	Se encuentra ubicado en el sentido norte a 100 m de la casa de las hermanas de la caridad y al frente de la hacienda San Clemente.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**e. Puntos existentes (PE)**

Son los puntos de referencia que tiene el IGM colocados a nivel de todo el país, las coordenadas de estos puntos se obtienen de las monografías. También cabe indicar que estos puntos de referencia fueron colocados por el IGM hace muchos años atrás y en la actualidad estos puntos ya no existen en sitio; bajo esta premisa se procedió a replantar el punto del IGM más cercano al proyecto como se indica en la siguiente fotografía:



Figura 8. Hito – BM6

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 6. Coordenadas del BM6

Descripción	Norte	Este	Cota	Referencia
IGM	9940711.366	766938.481	3169.304	Se encuentra ubicado en la esquina SE de la cancha de cemento junto a la casa comunal “La Moya”.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

#### f. Sistemas de coordenadas

Todas las coordenadas que se muestra en los planos de planta se refieren al sistema UTM WGS 84.

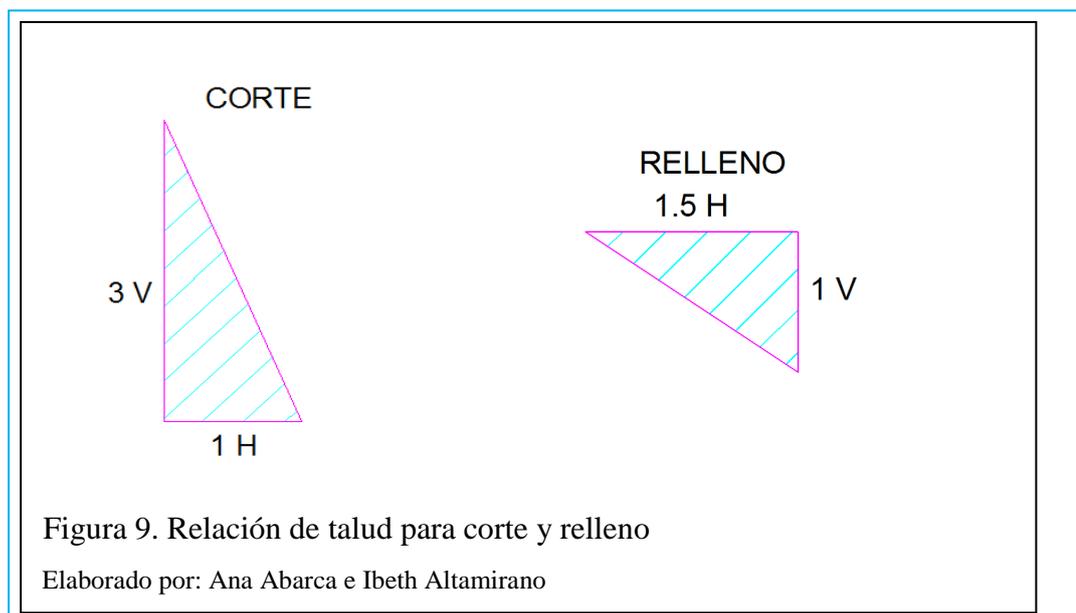
#### g. Localización del eje horizontal

La localización del eje en el proyecto horizontal se lo realizó trazando tangentes paralelas a la vía existente mejorando sus radios de curvatura y pendientes cumpliendo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), MOP., además tratando en lo posible de afectar en menor cantidad los predios que se encuentran junto a la vía.

## h. Perfiles transversales

En él se definen geoméricamente los diferentes elementos que conforman la sección transversal de la vía utilizando el programa civil 3D como son: los cortes, rellenos, cunetas y pendientes.

Debido a las buena calidad del suelo que tiene el proyecto y tomando como referencia a los taludes que existen actualmente en algunos lugares de la vía se ha podido apreciar que a pesar de haber transcurrido algún tiempo estos taludes se han mantenido sin haber producido ningún tipo de derrumbe, además como medida general los taludes deben ser diseñados con una pendiente baja por economía sobre todo en terrenos ondulados y montañosos, donde la calidad de los suelos es importante; como en el proyecto se tiene un suelo de buena calidad con CBR que fluctúan entre 28 y 32, no será necesario el realizar el mejoramiento del mismo y además se recomienda que el material de relleno a ser utilizado será el material que se obtenga de las excavaciones; se adoptará las siguientes relaciones de taludes para corte y relleno como se indica a continuación:



Estas relaciones de pendientes se aplicó en el programa civil 3D al ensamble de la sección típica de la vía el cual fue colocado al corredor para luego obtener los perfiles transversales cada 20 m en tangentes y en curvas cada 10 m, estos perfiles dependen de las condiciones topográficas del terreno y además facilitan el cálculo del movimiento de tierras.

**i. Trazado y diseño vial**

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se realizó el procesamiento de datos a través del programa CIVIL 3D 2013 para la realización del diseño horizontal y vertical de la vía verificando que cumpla con las especificaciones técnicas.

**j. Velocidad de diseño**

Es aquella velocidad que se escoge para diseñar la vía, además se caracteriza por ser la máxima velocidad de circulación de los vehículos en condiciones de seguridad.

La velocidad de diseño está en función del tipo de vía; para una vía colectora clase III la velocidad máxima es de 50 km/h y la velocidad optima es de 30 km/h.

Para el proyecto se adopta una velocidad de 50 km/h, debido a que la velocidad de diseño debe ser la velocidad máxima de circulación.

**k. Curvas circulares**

Es indispensable en la configuración del alineamiento horizontal intercalar entre dos tangentes consecutivas un arco de una curva circular, que proporcionan el cambio direccional al diseño vial, para la utilización de las curvas se tomara en cuenta las normas vigentes.

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reversas, por lo general la curva circular simple es la más utilizada, tanto las curvas compuestas y reversas se usa en casos especiales, donde la curva circular simple no pueda satisfacer las necesidades del diseño.

Debido a las características de la vía se utilizara en el diseño horizontal trece curvas circulares simples.

Elementos de la curva circular simple:

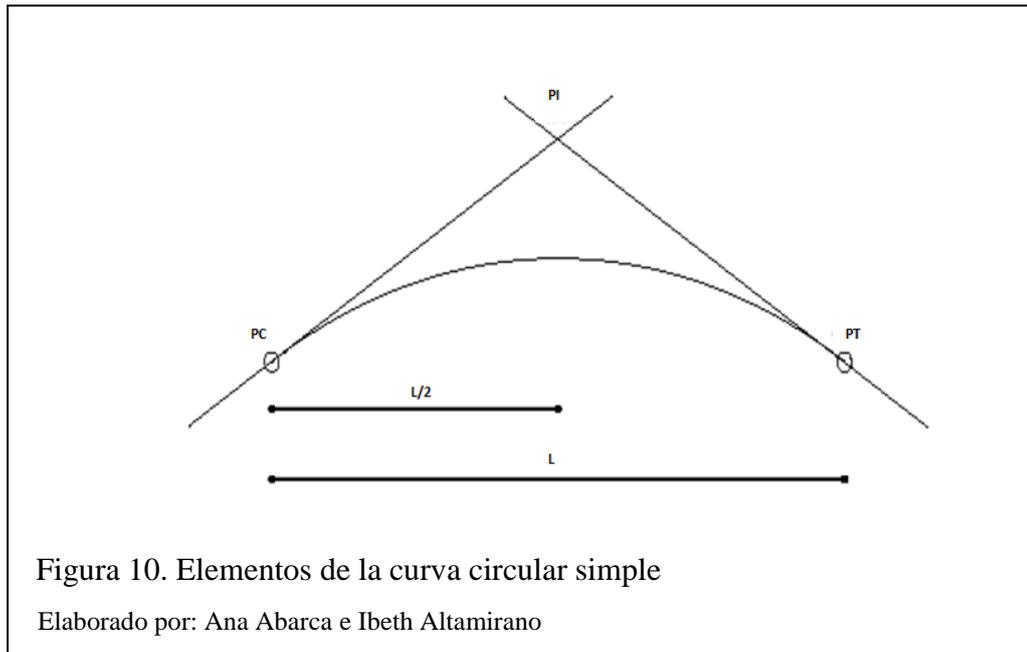


Figura 10. Elementos de la curva circular simple

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**Dónde:**

**PC:** Punto en donde empieza la curva simple

**PI:** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

**PT:** Punto en donde termina la curva simple

**1. Peralte**

Es la pendiente transversal adicional que se coloca en la sección transversal de la vía, en tramos de curvas horizontales, cuya función es de proporcionar estabilidad al vehículo para que no se produzca el volcamiento, esto se logra sobre elevando el carril exterior de la calzada y también por efecto del peso propio del vehículo, gracias al coeficiente de fricción transversal.

En estas condiciones el radio de curvatura queda en función del peralte y el factor de fricción lateral, el peralte varía desde 0 a un valor máximo de 10% en forma inversamente proporcional al radio de curvatura. Por lo tanto al valor del radio mínimo le corresponde el peralte máximo. (ASTECC, 2003, pag.51)

En el proyecto utilizamos peraltes máximos,  $e = 10.00\%$

Empíricamente se ha determinado el coeficiente de fricción ( $f$ ) que varía desde 0.16 a 0.40 según las normas ASSTHO el valor de  $f$  para peralte se obtiene de:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

$$f = 0.19 - 0.000626 * 50$$

$$\mathbf{f = 0.158}$$

### **m. Radio mínimo de curvatura**

Se denomina así al menor valor que puede tener el radio de una curva horizontal, para la circulación de los vehículos con seguridad, a una velocidad de diseño dada. (ASTECH, 2003, pag.36)

El radio mínimo de la curva circular se debe fijar, para asegurar que exista suficiente visibilidad y evitar el deslizamiento transversal, como se indica a continuación:

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

#### **Donde:**

R = Radio mínimo de la curvatura

V = Velocidad del proyecto

$e$  = Peralte

$f$  = Coeficiente de fricción transversal de acuerdo a la ecuación:

Siendo inversa la relación entre el radio y el peralte, cabe indicar que el valor del radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte. De acuerdo a estas consideraciones se presenta un cuadro de acuerdo a la velocidad de diseño y valores límites del peralte y coeficiente de fricción.

Tabla 7. Radios mínimos de curvatura

Velocidad km/h (kph)	Peralte Máximo ( e )	F Máximo	Total e+f	Radio mínimo calculado ( m )	Radio mínimo redondeado ( m )
40	0,1	0,165	0,265	47,55	50
50	0,1	0,1587	0,2587	76,09	80
60	0,1	0,1524	0,2524	112,29	115
70	0,1	0,1462	0,2462	156,73	160
80	0,1	0,1399	0,2399	210,04	210
90	0,1	0,1337	0,2337	272,96	275
100	0,1	0,1274	0,2274	346,26	350
110	0,1	0,1211	0,2211	430,84	435
120	0,1	0,1149	0,2149	527,67	530

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), MOP.

Para una velocidad de diseño de 50 km/h y el radio mínimo de curvatura es de 80 km/h. En el rediseño de la vía en el proyecto horizontal todas sus curvas son circulares simples las cuales cumplen con el radio mínimo de curvatura como se indica a continuación:

Tabla 8. Radios de curvatura realizados en el proyecto horizontal

Curva	Radio (m)
1	150
2	200
3	80
4	170
5	130
6	100
7	95
8	250
9	120
10	100
11	120
12	80
13	80

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

#### n. Curvas de transición

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreechancho. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el

cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular.

“Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril” (ASTECC, 2003, pag.43).

Cabe mencionar que este de tipo de curvas no se utilizara en el rediseño de la vía debido a que no es necesaria su utilización.

## 2.5 Longitud de transición

Se establece una distancia L en la que el vehículo circula con una velocidad constante V utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Longitud de transición

$$L_c = 0.036 V^3/R$$

**Dónde:**

**L<sub>c</sub>** = Longitud de transición (m)

**V** = Velocidad de diseño (KPH)

**R** = Radio (m)

Tabla 9. Longitud de transición de cada curva

Curva	Radio (m)	Velocidad (km/h)	Longitud de transición (L <sub>c</sub> ) (m)
1	150	50,00	30,00
2	200	50,00	22,50
3	80	50,00	56,25
4	170	50,00	26,47
5	130	50,00	34,62
6	100	50,00	45,00
7	95	50,00	47,37
8	250	50,00	18,00
9	120	50,00	37,50
10	100	50,00	45,00
11	120	50,00	37,50
12	80	50,00	56,25
13	80	50,00	56,25

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 2.6 Longitud tangencial

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición. (ASTECC, 2003, pag.60)

La longitud tangencial también llamada de aplanamiento está en función de la longitud de transición como se indica en la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Longitud tangencial

$$x = \frac{e' * L}{e}$$

**Dónde:**

**L** = Longitud de transición del peralte (m)

**e'** = pendiente lateral de bombeo(%)

**e** = peralte en la curva circular (%); Cuando e máx. = 10% (peralte máximo)

Tabla 10. Longitud tangencial de cada curva

Curva	e' (%)	Longitud de transición (Lc) (m)	e(%)	X(m)
1	2	30,00	10	6,00
2	2	22,50	10	4,50
3	2	56,25	10	11,25
4	2	26,47	10	5,29
5	2	34,62	10	6,92
6	2	45,00	10	9,00
7	2	47,37	10	9,47
8	2	18,00	10	3,60
9	2	37,50	10	7,50
10	2	45,00	10	9,00
11	2	37,50	10	7,50
12	2	56,25	10	11,25
13	2	56,25	10	11,25

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 2.7 Sección transversal típica

Para el proyecto la vía tendrá una sección transversal formada por calzada, cunetas y taludes laterales; no se dispondrá de espaldones dadas las condiciones de utilización de la vía, que al ser únicamente interna no se necesitará de un espacio adicional para estacionamiento temporal.

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende del volumen de tráfico y del terreno como se indica en la siguiente tabla:

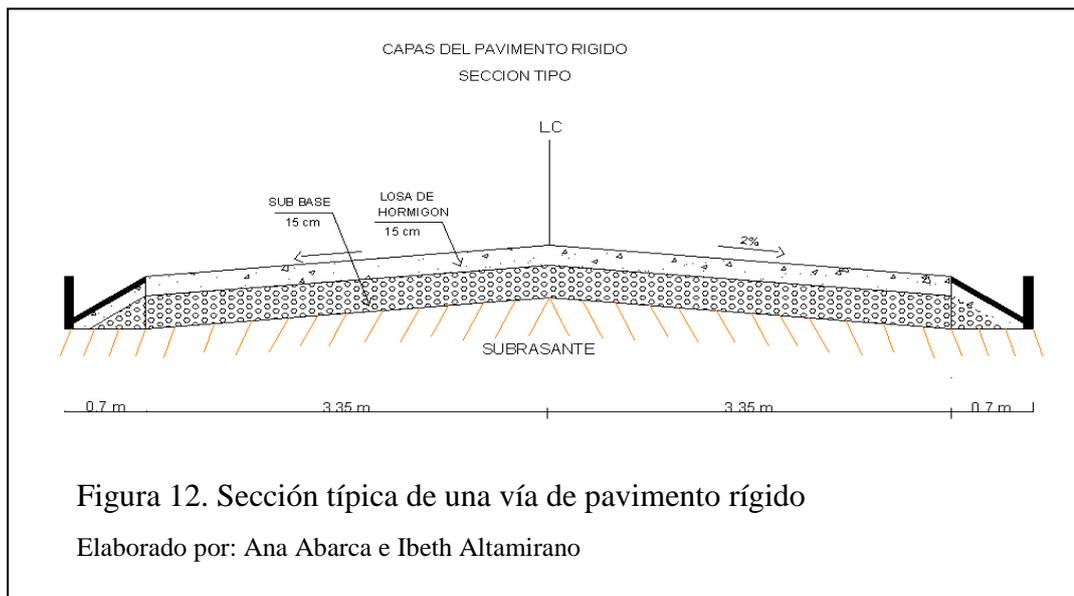
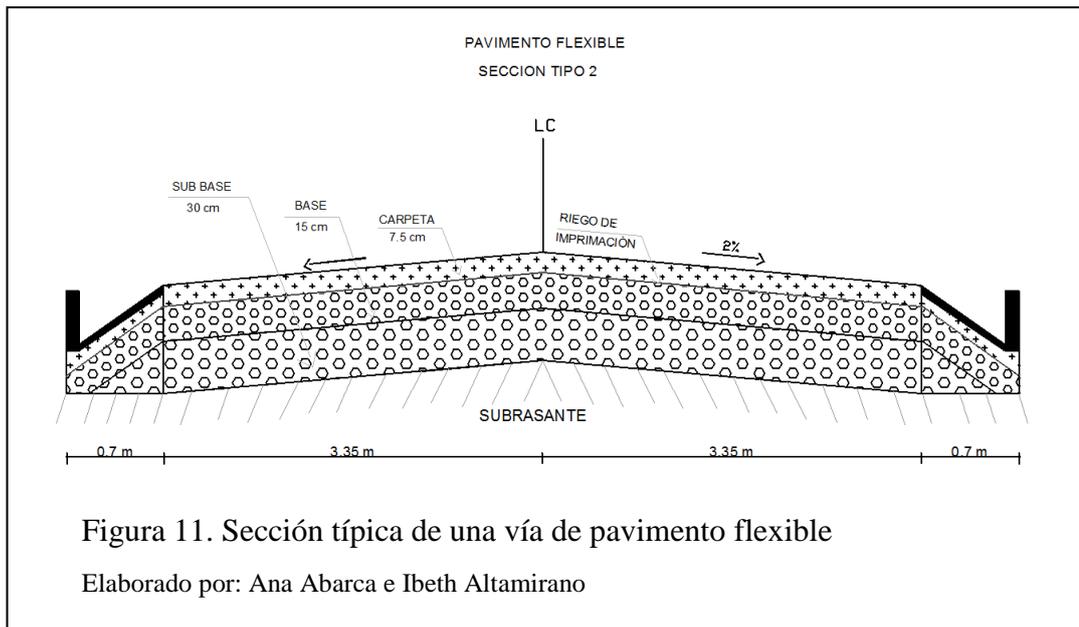
Tabla 11. Ancho de calzada según el tipo de vía

Ancho de calzada		
Clase de carretera	Ancho de calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras-2003

De la tabla se obtiene un ancho de vía igual a 6.7 m que corresponde a una vía colectora clase III anteriormente determinada en el capítulo correspondiente al tráfico.

A continuación se indica las secciones típicas de la vía, del pavimento rígido y flexible.



## 2.8 Sobreebanco en las curvas

El objetivo del sobreebanco en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreebanco por las siguientes razones:

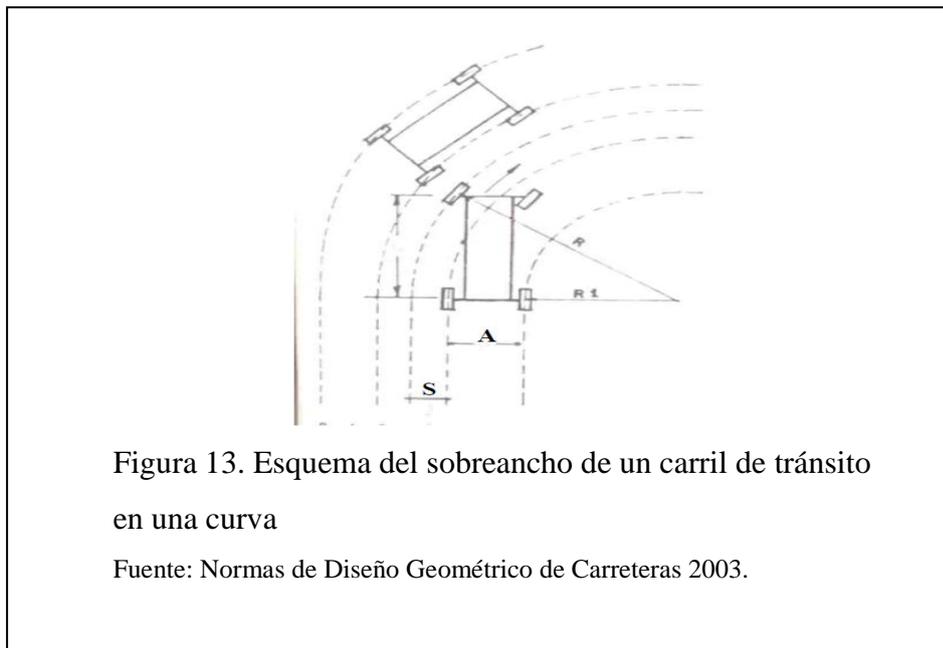
El vehículo al describir la curva ocupa un ancho mayor, ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Para determinar la magnitud del sobreecho debe elegirse un vehículo representativo del tránsito. (ASTECC, 2003, pag.68)

**Esquema para determinar el sobreecho de un carril de tránsito en una curva**



$$R_1 + A = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$R_1 + A = R - s$$

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

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

**Donde:**

**A**= Ancho del vehículo (m)

**S**= Sobreebancho (m)

**R**= radio de curvatura (m)

Se introduce un término de seguridad en el que interviene la velocidad como se indica en la siguiente fórmula:

$$S_1 = \frac{0.105 V}{\sqrt{R}}$$

Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para diferentes números de carriles se utiliza la siguiente fórmula empírica.

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

**Donde:**

**S** = Valor de sobreebancho, metros.

**n** = Número de carriles de la calzada.

**R** = Radio de la curva circular, metros.

**L** = Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.

**V** = Velocidad de diseño, Km/hora.

## **2.9 Cálculo de los sobreebanchos para los diferentes radios de curvatura**

Para el cálculo de los sobreebanchos se toma como vehículo tipo el 2DB, este tipo de vehículo es de mayor tamaño que se pudo observar en los conteos manuales del tráfico como se indica en la siguiente figura:

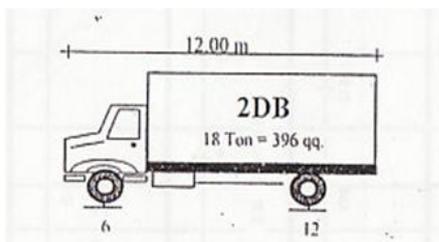


Figura 14. Vehículo tipo 2DB

Fuente : MOP (Ministerio de Obras Públicas)

A continuación se indican los diferentes valores obtenidos del sobreancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño utilizando la fórmula:

Ecuación 3. Sobreancho

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

Tabla 12. Valores de sobreanchos en las curvas del proyecto

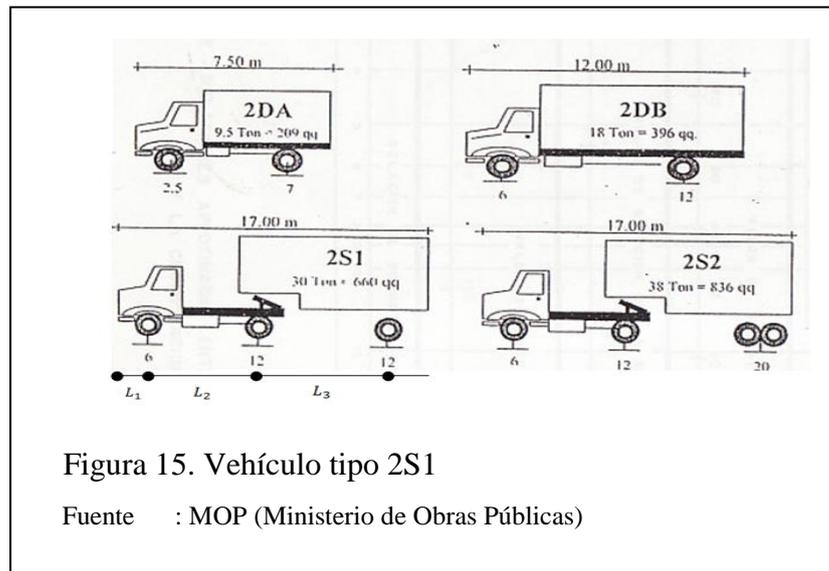
Curva	Longitud de la curva ( m )	Radio ( m )	Sobreancho ( m )
1	92,05	120	1,06
2	35,22	200	0,71
3	50,64	80	1,46
4	39,81	170	0,81
5	48,14	130	0,99
6	43,04	100	1,22
7	23,63	95	1,27
8	57,25	250	0,6
9	86,92	120	1,06
10	95,55	100	1,22
11	59,53	120	1,06
12	53,67	80	1,46
13	62,7	80	1,46

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 2.10 Sobreanchos para tractocamiones de 2 ejes y semirremolques de 1 eje

Para la determinación de los sobreanchos para tractocamiones de 2 ejes y semirremolques de 1 eje el Ing. Juan Carvalán de la Universidad de la Plata (Argentina), sugiere que los sobreanchos “S” obtenidos con las fórmulas antes

descritas en el numeral 8.5 se apliquen tomándose como base la calzada con un ancho de carril de 3,35 m y un vehículo tipo en este caso el 2S1 como se indica en la figura. (ASTECC, 2003, pag.72)



Bajo estas condiciones se obtiene la siguiente fórmula para calcular los sobreesanchos:

$$S = 2 \left[ R - \sqrt{R^2 - (L_2^2 + L_3^2)} \right] + \left[ \sqrt{R^2 + L_1(L_1 + 2L_2)} - R \right] + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Para calzadas de diferentes anchos se efectúen las correcciones aplicando la siguiente ecuación:

$$Sa = 2 * 3.35 + S - Ac$$

**En donde:**

**Sa** = Sobreesancho para una calzada diferente a 6,7 m de ancho

**S** = Sobreesancho obtenido por las fórmulas antes descritas

**Ac** = Ancho de la calzada

### 2.10 .1 Valores de diseño.

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreesancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

Los valores de sobreelevación anteriormente calculados se colocarán en cada curva del diseño horizontal siempre y cuando haya el suficiente espacio y no se afecte a construcciones que se encuentren cerca de una curva caso contrario se adoptara el valor mínimo de diseño.

Los datos de las curvas del diseño del proyecto horizontal se encuentran en el anexo 2.

## **2.11 Alineamiento vertical**

En el caso del alineamiento vertical, se compone de tramos rectos con gradientes, unidos por curvas verticales. Para ello existen dos clases de curvas verticales las cóncavas y las convexas y el diseño de estas debe ser realizado de tal manera que aseguren la distancia de visibilidad para que exista un tránsito vehicular fluido, cómodo y seguro.

Para la realización del diseño vertical se toma en cuenta la misma información que se tiene en el proyecto horizontal es decir: la velocidad de diseño, la topografía y especialmente el perfil longitudinal del terreno obtenido del plano horizontal.

### **2.11.1 Gradientes.**

#### ***2.11.1.1 Gradientes de diseño.***

Las gradientes que se toman en un proyecto vial obtenemos de la topografía del terreno de la vía existente en estudio la cual depende de la clase de vía o camino a diseñar.

En nuestro país el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) establece normas y especificaciones de diseño para caminos y carreteras de las cuales debemos considerar para la selección de valores que están tabulados en cuadros, procurando establecer gradientes máximas y mínimas, a fin de no limitar la velocidad ni el flujo de los vehículos en especial de los pesados, pero a su vez se establecerá una buena pendiente para el drenaje del camino o vía. (ASTECC, 2003, pag.205)

### **2.11.1.2 Longitud Crítica de Pendiente.**

Se llama así a la máxima longitud que se colocará en el proyecto con pendiente positiva y en su máximo valor permitido, siendo su valor aquel que permita que un camión cargado recorra esa distancia con una razonable disminución de velocidad y sin producir interferencia al tráfico.

“La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente”. (ASTECC, 2003, pag.205)

En nuestro proyecto se utilizará la fórmula para determinar la longitud crítica de gradiente.

Ecuación 4. Longitud crítica de pendiente

$$G\% = 240 / (L_{cg})^{0.705}$$

Según especificaciones la gradiente y longitud máxima varían de acuerdo a los siguientes valores:

Longitud de 1000 m. para gradientes del 8 – 10%

Longitud de 800 m. para gradientes del 10 – 12%

Longitud de 500 m. para gradientes del 12 – 14%

Las longitudes y las gradientes de cada tramo de la vía se observa en el perfil vertical de los planos de diseño los cuales tienen longitudes en el rango de 60 m con una gradiente de 0,95 % a 100 m con una gradiente de 12,8 %.

### **2.11.1.3 Gradientes mínimas.**

Es la que se requiere para el drenaje adecuado. Siendo la mínima gradiente utilizada del 0.5%, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas.

- **Curvas verticales**

Son los elementos que enlazan las tangentes, el tipo de curva vertical más utilizada en el perfil de una vía es una parábola simple que se aproxima a una curva circular debido a que se adaptan con mayor facilidad a la transición o cambio gradual de una pendiente a otra, por tener en la inclinación de la tangente una variación constante. (ASTECC, 2003, pag.207)

Existen dos tipos de curvas verticales, las convexas y las cóncavas como se indica a continuación:

- **Curvas verticales convexas**

Para el diseño de las curvas verticales convexas predomina el factor de distancia de visibilidad de parada y rebasamiento, así como seguridad y comodidad en el tráfico. (ASTECC, 2003, pag.208)

- **Curvas verticales cóncavas**

En este tipo de curvas el diseño de su longitud está basado en la distancia de alcance de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada. (ASTECC, 2003, pag.211)

A continuación se obtiene los valores de  $k_{min}$  en función de la velocidad de diseño, para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.

Tabla 13. Valores de K min

Valores de Kmin						
Velocidad específica Vcv(km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Curva convexa		Curva cóncava		Longitud mínima según criterio de operación
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado	
20	20	0,6	1	2,1	3	20 (1)
30	35	1,9	2	5,1	6	20(1)
40	50	3,8	4	8,5	9	24
50	65	6,4	7	12,2	13	30
60	85	11	11	17,3	18	36
70	105	16,8	17	22,6	23	42
80	130	25,7	26	29,4	30	48
90	160	38,9	39	37,6	38	54
100	185	52	52	44,6	45	60
110	220	73,6	74	54,4	55	66
120	250	95	95	62,8	63	72
130	285	123,4	124	72,7	73	78

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), MOP.

Este cuadro representa la longitud mínima de curvas verticales en función de la velocidad de diseño.

Tabla 14. Longitudes mínimas para curvas verticales

Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas y convexas							
Velocidad de diseño (km/h)	30	40	50	60	70	80	
Longitud mínima	50	20	25	30	35	43	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (2003), MOP.

Para el proyecto se utilizará una longitud mínima de curva de 25 m en los sitios donde sea factible.

A continuación se presenta en tablas los valores de la longitud de cada curva, k value y del radio de curvatura para las curvas convexas y curvas cóncavas.

Tabla 15. Datos de las curvas cóncavas del proyecto

Longitud de la curva	K value	Radio de curva
60,00	8,14	813,55
180,00	31,52	3152,09
120,00	52,19	4425,58
80,00	20,96	2095,53

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

En el diseño vertical de la vía se ha adoptado que la velocidad de diseño en este tipo de curvas será de 40 km/h donde los valores de k cumplen con la especificación.

Tabla 16. Datos de las curvas convexas

Longitud de la curva	K value	Radio de curva
100,00	13,24	1324,22
180,00	21,27	2126,58
100,00	44,26	4425,58

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

En las curvas convexas se mantiene la velocidad de diseño de la vía que es de 50 km/h donde el k de cada curva cumple con la especificación de diseño.

Los PI de las curvas verticales de diseño serán los siguientes como se indica:

Tabla 17. Datos de las curvas convexas

Datos de los PIs verticales				
PIV	Abscisas	Cotas	Pendiente (%)	Longitud de la curva
1	0+000	3163,99	-2,70%	0,00
2	0+615	3147,13	4,63%	60,00
3	0+770	3154,32	-2,92%	100,00
4	1+000	3147,6	-11,38%	180,00
5	1+500	3090,69	-5,67%	180,00
6	2+141	3054,34	-3,37%	120,00
7	2+337	3047,73	-5,63%	100,00
8	2+551	3035,68	-1,81%	80,00
9	2+674,15	3033,44		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Con el diseño definitivo de la vía en estudio, se procedió a realizar el replanteo en sitio del eje de la vía cada 10 m, además los PC y PT de cada curva con sus respectivas referencias, cabe indicar que la señal que se colocó para cada punto, fue un pedazo de varilla de 12 mm de 25 cm de largo, clavado a nivel de rasante; todos los datos obtenidos del replanteo se encuentran en el anexo 3.

Además, los planos del diseño vial se encuentran en el anexo 4 y las secciones transversales en el anexo 5.

## 2.12 Movimiento de tierras

El cálculo de volúmenes se lo realizó utilizando el programa computacional AUTOCAD CIVIL 2013.

Para el cálculo de volúmenes el programa utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Volumen del movimiento de tierras

$$V = \frac{D}{2} ( A_1 + A_2 )$$

Donde:

**V** = Volumen en corte o relleno (m<sup>3</sup>).

**D** = Distancia entre las secciones transversales (m).

**A1** = Área de la sección transversal primera, en corte o en relleno (m<sup>2</sup>).

**A2** = Área de la sección transversal segunda, en corte o en relleno (m<sup>2</sup>)

En el cálculo de los volúmenes de relleno, se multiplico los valores por un factor de 1,2 el cual compensara el esponjamiento del suelo a ser desalojado.

El Centro de acopio de reciclaje es el botadero más cercano que tiene el proyecto en estudio, este centro ese encuentra ubicado en la parroquia el Chaupi, en el sector de Romerillos, se encuentra a 16 km del proyecto, por lo que se tomará en cuenta el sobreacarreo del material en el presupuesto. Además, se recomienda que el material sobrante sea transportado directamente al centro de acopio anteriormente mencionado, para que no exista acumulación de material y ocasione interrupciones y molestias a los moradores del sector.

### 2.12.1 Diagrama de masas.

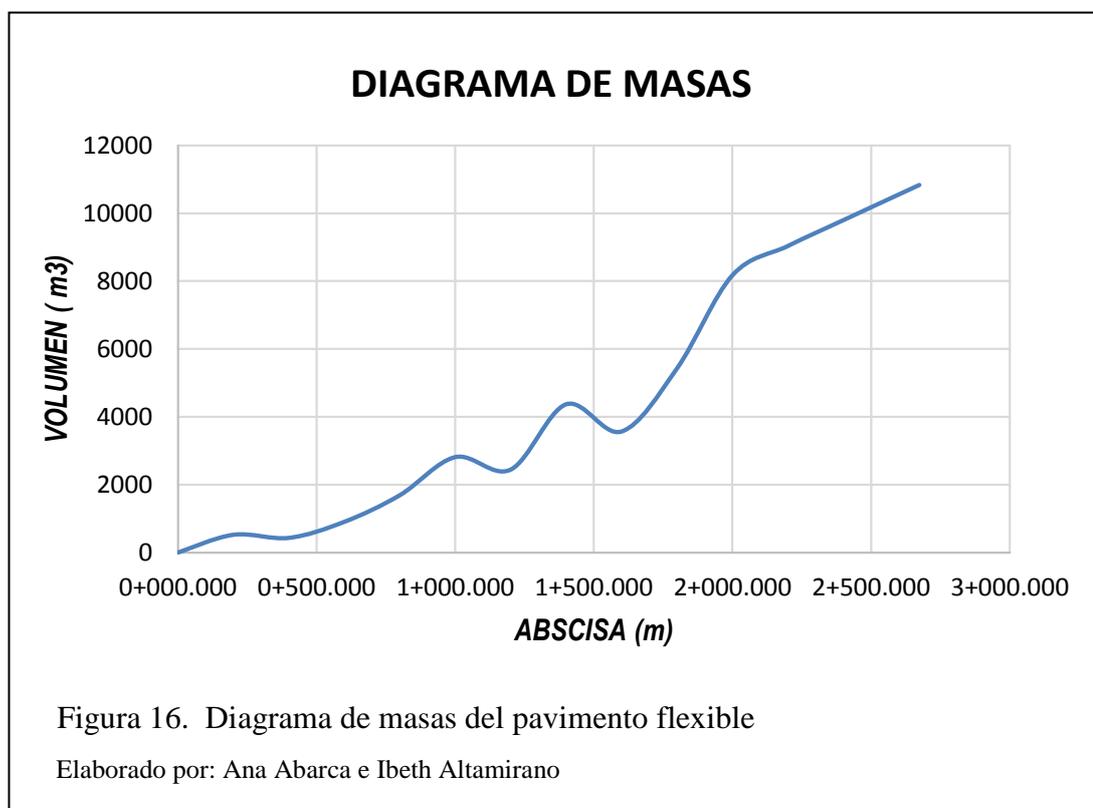
Este diagrama de masas se realizó cada 200 m para el pavimento rígido y flexible en base al volumen total neto de material a desalojarse.

#### Cálculo de diagrama de masas para pavimento flexible y rígido

Tabla 18. Volúmenes de corte y relleno del pavimento flexible

Abscisas	Área de corte	Área de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno	Volumen acumulado de corte	Volumen acumulado de relleno	Volumen neto
0+000,000	4,36	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0+200,000	6,05	0,00	62,55	0,00	622,65	98,00	524,65
0+400,000	0,20	2,02	1,00	25,40	1065,80	632,70	433,10
0+600,000	8,31	0,73	78,45	11,60	1753,21	847,52	905,69
0+800,000	0,00	5,05	0,00	33,80	2794,44	1104,47	1689,96
1+000,000	3,63	0,02	39,40	0,25	4026,49	1213,42	2813,06
1+200,000	12,40	2,99	129,55	14,95	4597,16	2152,25	2444,91
1+600,000	4,47	0,07	59,40	0,70	6909,38	3341,20	3568,19
1+800,000	9,66	0,00	84,60	0,10	8776,01	3348,55	5427,46
2+000,000	5,75	0,06	56,15	1,00	11524,06	3350,85	8173,21
2+220,000	0,00	2,11	0,00	20,80	12590,66	3576,42	9014,24
2+400,000	6,76	0,02	21,45	0,05	13423,90	3627,35	9796,55
2+600,000	0,10	0,89	0,55	15,10	14301,93	3748,39	10553,55
2+674,147	4,98	0,03	22,58	0,10	14592,33	3758,59	10833,74

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano



## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

#### 3.1 Antecedentes

El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Aloasí. Es un lugar con tierra agrícola y ganadera por excelencia, la vía en estudio es una vía principal de acceso a los barrios Miraflores Alto, San Roque y La Moya la cual se encuentra a nivel de rasante (empedrado). El proyecto tiene una longitud de 2674.15 kilómetros y como vía principal de comunicación con el centro de la parroquia.

En base a la topografía de la vía, se considera un terreno ondulado, con pendientes transversales de terreno natural entre 5 y 25 %, con moderados movimientos de tierra, lo que permite alineamientos más o menos rectos, por lo que las pendientes longitudinales de la vía deben de estar entre 3 y 6 %.

Por medio del estudio del tráfico se determinó que la vía es de tipo Clase III, con un tráfico actual de 300 a 1000 veh/día.

#### 3.2 Objetivos

##### 3.2.1 Objetivo general.

- Determinar las condiciones de estabilidad del terreno, para diseñar la vía principal de acceso a los barrios aledaños de la parroquia de Aloasí, de tal manera que resista los efectos de la naturaleza y las cargas de los vehículos.

##### 3.2.2 Objetivos específicos.

Los estudios geológico-geotécnicos, tienen como objetivo:

- Determinar las características mecánicas del suelo y evaluar el suelo de la sub rasante.

- Calificar el material de la mina, que será utilizada para la estructura del pavimento.

### 3.3 Localización del proyecto

El proyecto tiene la siguiente ubicación:

**País:** Ecuador                      **Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Mejía                      **Parroquia:** Aloasí

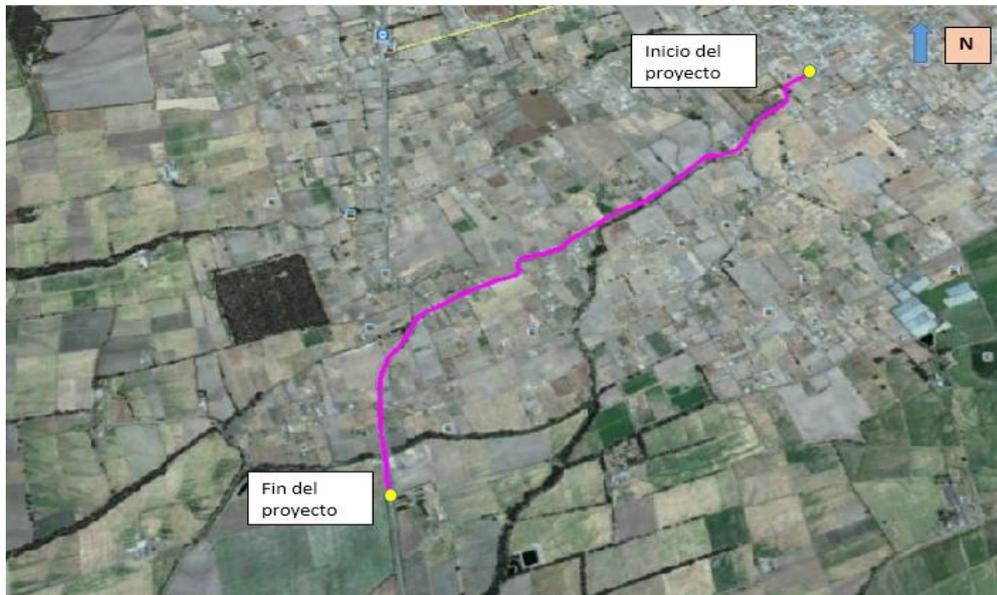


Figura 17. Localización del proyecto

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

El proyecto se encuentra localizado en las siguientes coordenadas UTM:

- Punto de partida ubicado en el “Barrio La Moya ” con coordenadas:  
9940620 Norte;    766928 Este, Cota: 3162 m.s.n.m.
- Punto de llegada ubicado cerca al “Centro de la Parroquia Aloasí” con coordenadas: 9942212 Norte;    768753 Este; Cota: 3030 m.s.n.m.

### 3.4 Condiciones climáticas

El clima de la zona del proyecto está determinado por la incidencia de factores meteorológicos. Las condiciones climáticas dependen de la ubicación geográfica, la topografía, el tipo de cobertura vegetal y la época del año.

Los meses más cálidos son agosto, septiembre, octubre y los meses más fríos son noviembre, diciembre y enero.

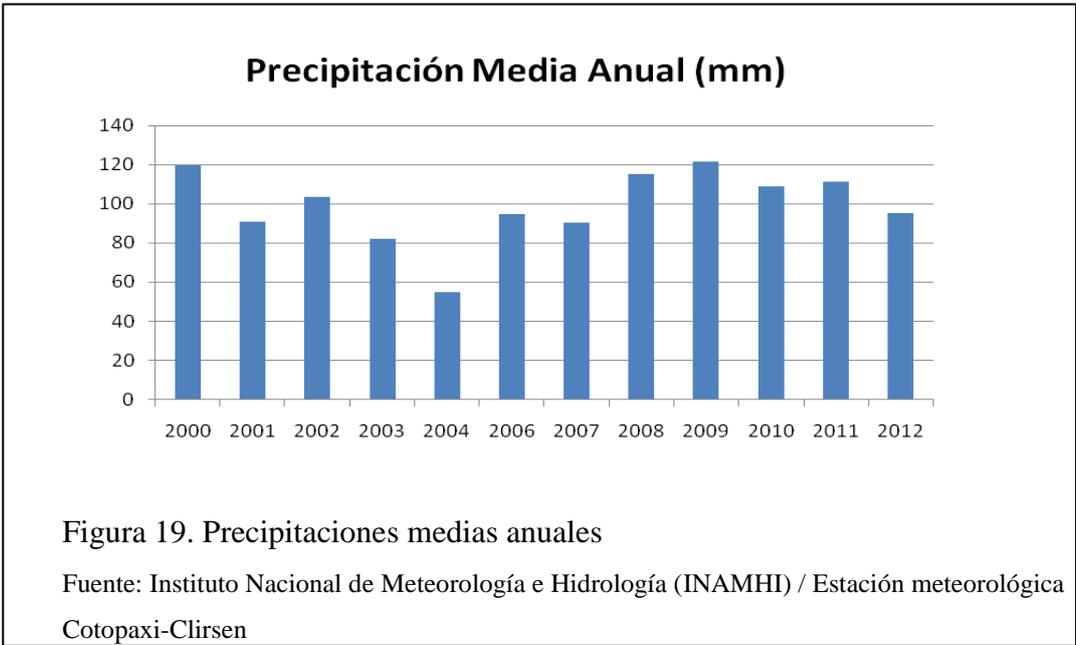
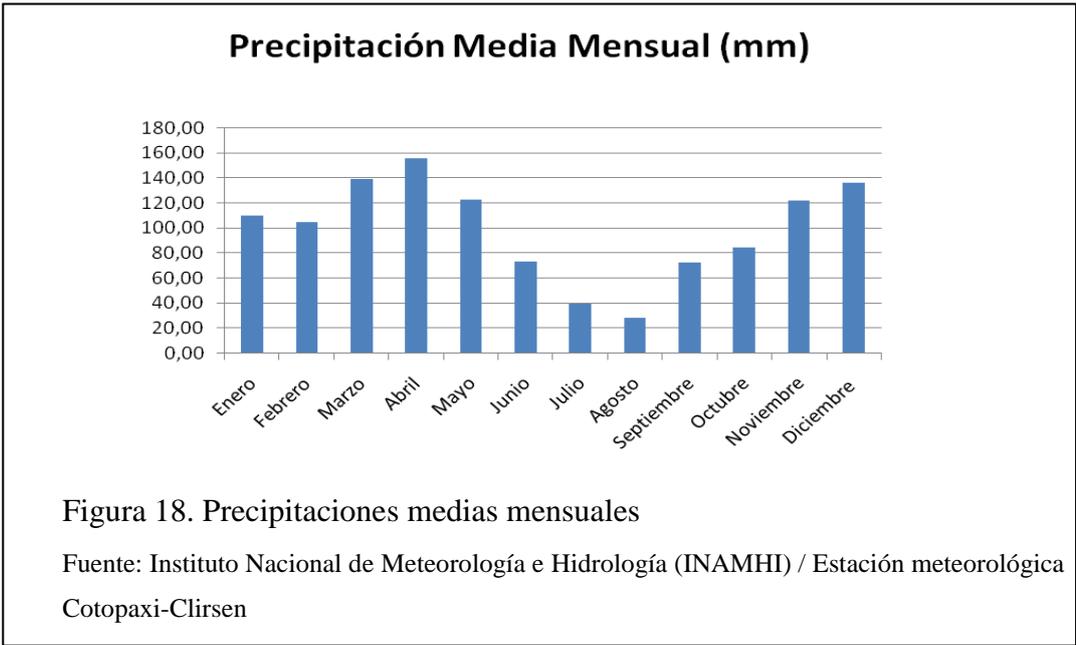
Tabla 19. Precipitaciones mensuales

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)  
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS

ESTACIÓN: Cotopaxi- Clirsen      PERIODO: 1900-2013      LATITUD: 06 37' 24" S      LONGITUD: 78G 34' 53" W      ELEVACIÓN: 3510      Fuente:

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma	Media
2000	87,4	154,4	217	220	214,5	110,9	19,5	30,8	151,2	52	97,8	80,3	1436	119,6
2001	154,4	75,4	187,5	118,3	126,5	49,2	57	6,2	72,3	10,2	73,1	158,8	1088,9	90,7
2002	79,2	77,2	154,5	196,6	108,7	33,9	25,5	19	23,6	169,6	155,6	195,7	1239,1	103,2
2003	67,4	115,4	86,6	166,5	99,6	94,9			39,5	55,3	128,9	128,2	982,3	81,8
2004		51,9	55,4	110,8	131,4	17,8			26,1	70,8	98,2	92,9		
2006	133,6	108,8	200,4	64,4	38,7	103,4	24,8	16,2	70,1	51,9	164,4	158,9	1135,6	94,6
2007	118	22,1	140,9	206,7	85,3	76,8	46,6	43,6		91,8	128,3	124,3	1084,4	90,3
2008	98,1	117	131,7	197,5	214,8	118,5	54	77,3	45,7	115,9	97,6	114,9	1383	115,2
2009	202,4	168,4	154,2	64,9	104,6	136,6	36,9	23,4	287,7	81,2	100,5	96,1	1197,9	99,8
2010	41,8	129,4	117,9	164,7	160	62,4	126,4	34,7	50,6	59,6	184,3	172,7	1304,5	108,7
2011	133,2	77,6	114,8	207,8	92,6	52,5	78,1	65,4	45	138,4	61,2	268,5	1335,1	111,2
2012	201,3	157,4	107,8	149,2	95,3	23,2		16,2	54,5	113,8	176,2	45,6	1140,5	95
Suma	5625,28	6348,4	8011,6	8587,4	7083,8	4278,6	2564,7	2195	4235,2	6165	5690,6	5977,8	66763,9	5563,6
Media	95,3	107,6	135,7	148	122,1	71,3	42,7	35,4	67,2	108,1	94,8	96,4	1125	93,7
Mínima	28,2	0,9	6,8	53,4	30,1					6,5				
Máxima	202,4	274,9	353,4	300,7	253,8	198	233	128	215,3	349,6	290,4	268,5		353,4

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) / Estación meteorológica Cotopaxi



Las características climáticas del proyecto en estudio se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20. Condiciones Climáticas

	Máxima	Mínima	Media
<b>Temperatura (° C)</b>	9,7	4,8	8
<b>Velocidad del viento (m/seg)</b>	13,1	0	7
<b>Humedad relativa (%)</b>	810	77	94
<b>Precipitación (mm)</b>	189,42	36,01	87,53

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) / Estación meteorológica Cotopaxi-Clirsén .

### 3.5 Geomorfología

El proyecto se ubica dentro de los depósitos transportados por el viento. Estos materiales forman una cobertura general de varias decenas de metros de espesor y reciben el nombre genérico de cangagua.

También se encuentran sedimentos aluviales, coluviales y glaciales en zonas de acumulación, así como aglomerados, andesita porfirítica y lava indiferenciada en la formación geológica del Volcán El Corazón.

El proyecto se desarrolla dentro de un valle este se acentúa más con la presencia de varias elevaciones alrededor de este. Los volcanes no activos son: Atacazo y Corazón en el lado occidental y en el lado oriental Pasochoa y Rumiñahui; ninguno de ellos están actualmente cubiertos de glaciares en su cima pero en el pasado sí estaban cubiertos de glaciares.

### 3.6 Tectónica y estructura geológica

La tectónica y estructura geológica son muy importantes en la morfología del proyecto. Existen algunas fallas inferidas como son: al Este dos fallas principales grandes paralelas entre sí con la dirección NNE – SSW, una de ellas más cercana atraviesa el barrio la Moya donde está ubicado el proyecto, además tres fallas

paralelas ubicadas al oeste del proyecto con dirección NE-SW; y dos fallas. Dos fallas más pequeñas están ubicadas al este del proyecto la primera en dirección NE-SW y la segunda en dirección NW-SE.

Las fallas probablemente son normales y es posible que hoy en día sean activas e inestables.

Todas las fallas son inferidas: se les ha ubicado en las fotos aéreas y no presentan indicios en el sitio. (Anexo 6).

### **3.7 Riesgos naturales**

Los riesgos naturales que afectan directamente el proyecto en estudio en orden de importancia son peligros volcánicos, sísmicos, inundaciones y movimientos geodinámicos externos.

#### **3.7.1 Susceptibilidad a peligros volcánicos.**

Una de las principales amenazas de riesgo en la parroquia de Aloasí es la proximidad al volcán Cotopaxi que se encuentra aproximadamente a 12 km. Se considera como un volcán activo que erupcionó por última vez en el año de 1904 afectando gran extensión territorial. Aunque en los últimos años no ha registrado actividad volcánica, tampoco se descarta que se genere un proceso eruptivo.

En caso de erupción del Volcán Cotopaxi los efectos serían flujos piroclásticos, lava, lahares y caída de ceniza en alto y bajo grado, afectando a las poblaciones, cultivos e infraestructuras que se asientan en su alrededor.

#### **3.7.2 Susceptibilidad sísmica.**

Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del nor-oriental que presenta una amenaza sísmica intermedia y del Litoral Ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta.

La amenaza sísmica depende de la subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana. Es la principal fuente de generación de energía sísmica en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en gran parte del territorio ecuatoriano.

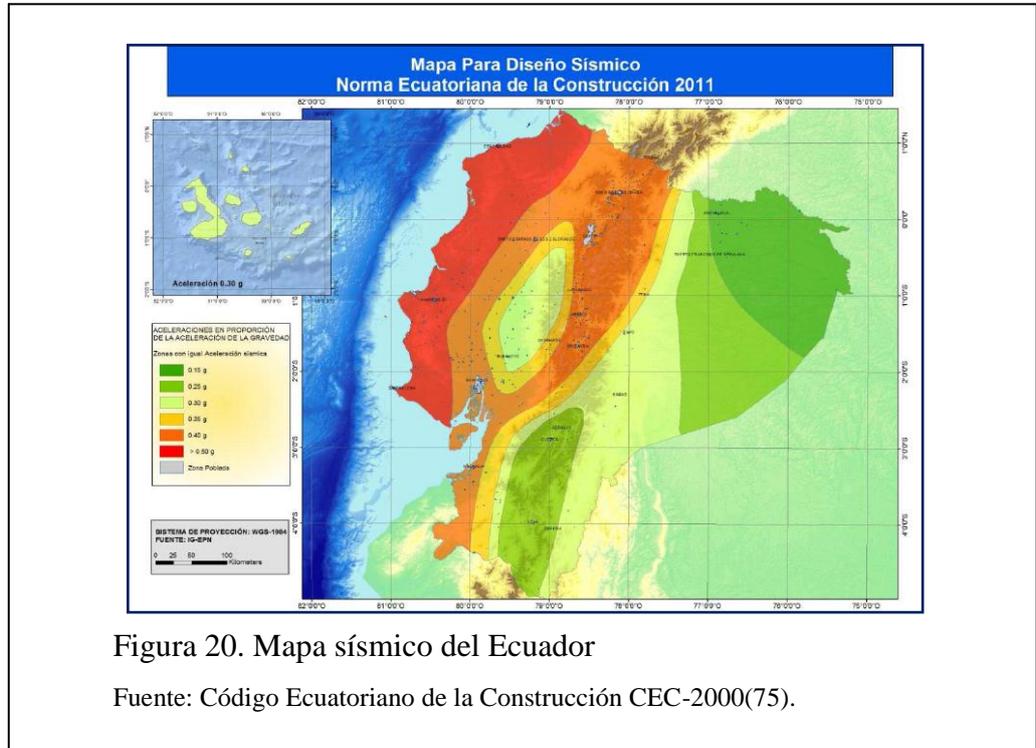


Figura 20. Mapa sísmico del Ecuador

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000(75).

Según el código ecuatoriano de la construcción todo el territorio ecuatoriano se divide en 6 zonas como se indica en la siguiente tabla:

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada, en este caso el proyecto pertenece a la Zona sísmica V con la caracterización de la amenaza sísmica alta con aceleración de 0,4.

Tabla 21. Valores del factor z para cada zona sísmica

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Código Ecuatoriano de la construcción 2002

### **3.7.3 Susceptibilidad a inundaciones.**

Por su configuración orográfica, Aloasí es una zona de baja susceptibilidad a inundaciones. Sus pendientes, provocan escorrentía hacia los cauces de los ríos y quebradas y zonas planas.

### **3.7.4 Movimientos geodinámicos externos.**

Debido a las abundantes precipitaciones que existen en la zona, se produce la saturación del suelo y la ocurrencia de los deslizamientos, pero el proyecto no es afectado.

## **3.8 Formaciones geológicas y depósitos superficiales**

El área del proyecto se encuentra entre dos sistemas de fallas principales descritas anteriormente. Las formaciones geológicas del área del proyecto tienen edades cuaternarias y están conformadas por depósitos volcánicos del Atacazo, Illiniza, Corazón y depósito fluvio-glacial pertenecientes al pleistoceno, además de los depósitos lagunares de ceniza, lapilli de pómez y aglomerado, que corresponden a la Formación Cangagua que cubre la mayor parte del proyecto.

De acuerdo al Mapa Geológico General de Machachi escala 1:100000, editada por el Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos y la Dirección Nacional de Geología y Minas, a continuación se describen las formaciones geológicas presentes.

### **Formación macuchi – cretáceo (K<sub>M</sub>)**

La formación forma el basamento de la región y comprende rocas volcanoclasticas variadas y lavas. Las lavas son típicamente gris verdosas mesocráticas y holocristalinas. Los fenocristales de plagioclasas y piroxeno pueden constituir el 50 % de la roca. Los volcanoclásticos de grano grueso están constituidos por fragmentos volcánicos angulares. No aflora directamente en el área del proyecto.

### **Formación Volcánica Atacazo, Illiniza y Corazón – Pleistoceno (P<sub>A</sub>)**

Estas rocas están expuestas únicamente en las partes más altas de los tres volcanes Atacazo, Illiniza y Corazón, al oeste del proyecto y están formados principalmente de flujos de lava andesítica. Los dos picos del Illiniza parecen ser remanentes de un gran cráter los cuales fueron destruidos en gran escala, probablemente por actividad glacial. Los otros volcanes tienen cráteres abiertos en sus lados occidentales.

### **Volcánicos del Rumiñahui – Pleistoceno (Pu)**

Las partes más altas del Rumiñahui están compuestas de rocas muy diferentes de los volcanes Atacazo e Illiniza; existen en su mayoría tobas de material andesítico. Las pendientes más bajas del Rumiñahui y las faldas occidentales del Pasochoa están cubiertas de cangagua.

### **Depósitos Fluvio –glacial – Pleistoceno (gu)**

Están constituidos de cantos rodados y guijarros andesíticos con bandas ocasionales de material arenáceo estratificado horizontalmente. Se presenta en el valle entre el Rumiñahui y el Pasochoa.

### **Formación Cangagua - Cuaternario (Q<sub>c</sub>)**

La cangagua es un depósito piroclástico cuaternario, de varios metros de espesor que cubren en forma de mantos la topografía pre existente. Consiste principalmente de ceniza compacta café oscura, pero hay bandas finas de lapilli de pómez.

### **Deposito lagunar de ceniza – Cuaternario (Q<sub>L</sub>)**

El valle de Machachi fue ocupado por un lago en el que se depositó ceniza acarreada por el viento. Esta ceniza lacustre es café oscura, de grano fino y ocasionalmente contiene fragmento de pómez.

### **3.9 Trabajos de campo y laboratorio**

#### **3.9.1 Trabajos de Campo.**

Para conocer el tipo y características de suelo y evaluar el suelo de la sub-rasante, el día 6 de octubre del 2012 se realizó 7 calicatas, una calicata cada 500 m partiendo desde el barrio la Moya (km 0+000) hasta el barrio Miraflores (km2+6740.15).

De cada calicata se tomó muestras de suelo de la sub-rasante a 0.50, 1.5 y a 2.50 metros de profundidad, con fines de realizar ensayos de Clasificación AASHTO y SUCS.

#### **3.9.2 Trabajos de laboratorio.**

En el informe con los resultados de los ensayos de las muestras de suelo, para el Estudio Geotécnico de la vía de acceso principal a la Moya, realizado por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana se menciona lo siguiente:

Sobre las muestras tomadas en el campo y llevadas al laboratorio, se realizó los siguientes ensayos que se indican a continuación:

Tabla 22. Clasificación de suelos AASHTO

Contenido de humedad natural	Granulometría	Clasificación de suelos AASHTO
<p>Norma ASTM D 1557), este ensayo permite determinar la cantidad de agua natural que tiene el suelo expresada en porcentaje en relación a la masa seca del suelo.</p>	<p>Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla No.200 (C-136), este ensayo cubre la separación en tamaños de partículas por medio de un tamizado.</p>	<p>Se basa en la Norma ASTM D 3282-93, esta práctica cubre todos los ensayos anteriores para llegar a identificar a un determinado tipo de suelo por medio de un símbolo.</p>
		

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

El estudio geotécnico determina la descripción del suelo (Clasificación AASHTO) en la zona del proyecto, la distribución y ubicación de calicatas en el terreno y la investigación estratigráfica tal como se indica a continuación en la Hoja de resumen de clasificación AASHTO.

Tabla 23. Resumen de Clasificación AASHTO Y SUCS

ABSCISA	PROFUNDIDAD D (m)	HUMEDAD (D) %	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO SUCS
			4	10	40	200								
0+000	0,0	22	98	94	79	43			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	1,5	9	100	98	72	33			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSAS, COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	2,5	23	100	100	92	53			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	LIMO ARENOSO, COLOR CAFÉ OSCURO
0+500	0,0	16	98	97	80	41			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	1,5	11	100	98	77	37			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ
	2,5	23	100	98	87	50			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
1+000	0,0	14	100	98	88	48			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR HABANO
	1,5	5	100	100	93	48			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ HABANO
	2,5	20	100	100	88	54			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	LIMO ARENOSO, COLOR CAFÉ OSCURO
1+500	0,0	14	100	96	77	37			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	1,5	13	100	88	57	35			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	2,5	20	100	100	90	53			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
2+000	0,0	17	98	98	83	44			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR GRISACEO
	1,5	14	100	98	86	46			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
	2,5	18	100	96	82	41			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
2+500	0,0	17	100	98	90	49			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,5	5	100	100	97	34			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR CAFÉ HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ HABANO
	2,5	17	98	94	72	40			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR HABANO
2+740	0,0	13	98	94	75	29			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	1,5	10	100	98	76	34			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	2,5	21	98	96	88	49			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

En el proyecto existen dos tipos de suelo: En la clasificación AASHTO, el A4 (0) el cual es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico y A-2-4(0) que incluye diversos materiales granulares como grava y arena gruesa con contenido de limo y en la clasificación SUCS el ML el cual es suelo areno limoso y el SM el cual es un suelo limo arenoso. Estos dos tipos de suelo tienen índice de grupo 0 que indica que el material es bueno para sub-rasante. (Anexo 7)

### 3.10 Capacidad portante del suelo (CBR)

Este ensayo permite determinar la capacidad de soporte CBR (Norma ASTM D-1883) del suelo y agregados compactados en laboratorio con humedad óptima y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base, y base del pavimento.

#### Fotografías: Toma de Muestras – Ensayo (CBR)



Figura 21. Toma de muestras – ensayo CBR

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Los valores de índice CBR están entre 0 y 100. Cuanto mayor es su valor, mejor es la capacidad portante del suelo como se muestra a continuación.

Tabla 24. Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

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

Fuente: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>

La prueba se realiza con una muestra de 15 cm. (6 pulg.) de diámetro y de 12.5 cm. (5 pulg.) de altura, de suelo compactado que se confina en un cilindro de acero, antes de realizar el ensayo se satura la muestra bajo una presión de confinamiento equivalente al peso del futuro pavimento, para determinar su posible expansión y para representar las peores condiciones de humedad que pudiera ocurrir en la obra. Un pistón de aproximadamente 5 cm. de diámetro se fuerza contra el suelo a una velocidad fijada, para determinar la resistencia a la penetración.

El CBR es generalmente seleccionado para una penetración de 2.54 mm (0,1”), si la relación a 0.20” de penetración es mayor a la penetración de 0.1” la prueba será realizada otra vez. Si la prueba de chequeo da un resultado similar a 0.20” de penetración se usará esta.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100$$

Tabla 25. Valores de carga unitaria

Penetración		Carga unitaria patrón		
mm	Pulgada	Mpa	Kg/cm2	psi
2,54	0,1	6,9	70	1000
5,08	0,2	10,3	105	1500
7,62	0,3	13,1	133	1900
10,16	0,4	15,8	162	2300
12,7	0,5	17,9	183	2600

Fuente: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo específico determinado, utilizando el ensayo de compactación estándar.

El valor de CBR constituye un dato fundamental para el diseño del pavimento de la carretera.

En base a los estudios realizados por el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana, se determinó los siguientes valores de CBR de diseño como se muestra a continuación. (Anexo 8)

Tabla 26. Resumen del CBR de Diseño

Tramo	Abscisa	CBR de diseño (%) recomendado
1	0+000	36
2	0+500	34
3	1+000	38
4	1+500	36
5	2+000	39
6	2+500	32
7	2+740	28

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

De los valores obtenidos de los ensayos en el laboratorio, los CBR del proyecto se encuentran en el rango de (28 – 39) %; de acuerdo a la tabla 26 de la clasificación del suelo de acuerdo al CBR indica que la sub-rasante es muy buena.

Para el diseño de pavimentos flexibles se debe obtener el módulo resiliente ( $M_r$ ) de la sub-rasante, el cual está en función de los valores del CBR del proyecto y se tomará un percentil del 85%.

Tabla 27. Tabla del cálculo del percentil 85

Número	CBR	% Pcentil
1	36	14,3
2	34	28,6
3	38	42,9
4	36	57,1
5	39	71,4
6	32	85,7
7	28	100,0
percentil 85 % = CBR 32,34 = <b>CBR 32</b>		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Empleando la ecuación según el Método AASHTO, para el diseño se utilizará la siguiente fórmula:

- Si  $CBR < 10\%$   $M_r = 1500 CBR$  (PSI)
- Si  $10\% < CBR < 20\%$   $M_r = 3000 CBR^{0,65}$  (PSI)
- Si  $CBR < 20\%$   $M_r = 4326 \times \ln CBR + 241$  (PSI)
- Si  $CBR > 20\%$   $M_r = 4326 \times \ln CBR + 241$  (PSI)

**Para CBR = 32 %**

$$M_r = 4326 \times \ln CBR + 241 \text{ (PSI)}$$

$$M_r = 4326 \times \ln 32 + 241 \text{ (PSI),}$$

$$M_r = 15233.77 \text{ PSI}$$

### 3.11 Fuente de material pétreo

La mina de material San Joaquín 2 se encuentra al este del proyecto con una distancia de 25 km desde el centro de gravedad de la vía en estudio.

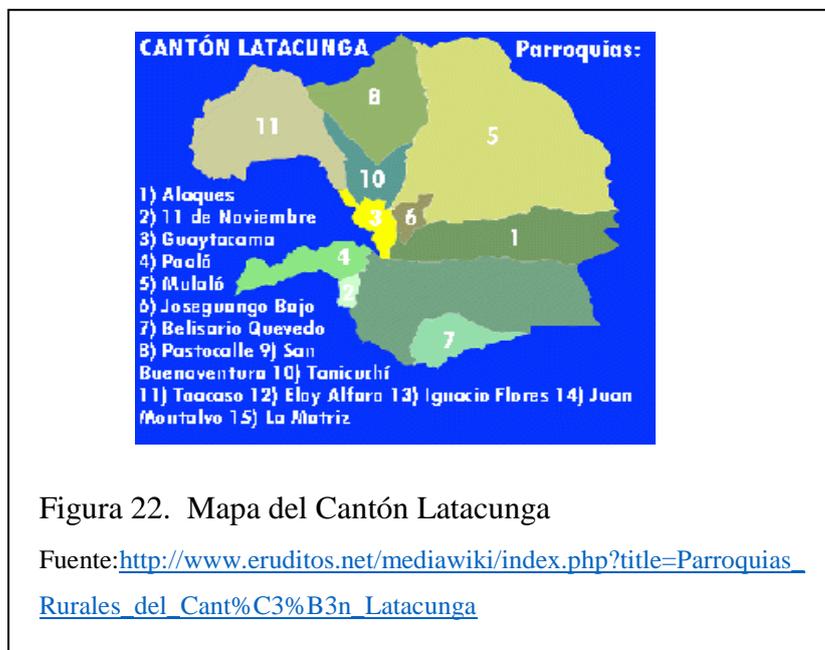
### 3.11.1 Localización de la mina de material San Joaquín 2.

**País:** Ecuador

**Provincia:** Cotopaxi

**Cantón:** Latacunga

**Parroquia:** Pasto Calle



El Estado ecuatoriano, a través de la Dirección Regional de Minería de Pichincha y mediante resolución del 28 de Diciembre del 2004, otorga el título de Concesión Minera del Área denominada “San Joaquín 2” Código 5972, mediante el cual se le confiere el derecho real y exclusivo, para prospectar, explorar y comercializar todas las sustancias mineras (materiales de construcción) que puedan existir y obtenerse en el área (anexo 9).

Por lo descrito anteriormente la mina San Joaquín 2 califica para el proyecto. Con las muestras obtenidas en campo la Universidad Politécnica Salesiana realizó los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de humedad de los agregados grueso y fino
- Granulometría completa con los materiales secos
- Pesos unitarios sueltos y varillados
- Pesos específicos
- Abrasión en la máquina de los ángeles del agregado grueso

- Colorimetría (contenido orgánico del material fino)
- Sulfatos
- Hormigones

### 3.11.2 Datos obtenidos de los ensayos de laboratorio de la mina san Joaquín 2.

#### (ANEXO 10)

Tabla 28. Parámetros de los materiales de la mina San Joaquín 2

Parámetros	Cantera San Joaquín 2	
	Agregado Grueso	Arena TM No.4
Contenido de humedad (%W)	2,66	6,91
Peso unitario del suelo (P.U.S) kg/m <sup>3</sup>	1345	1264
Peso unitario compactado (P.U.C) kg/m <sup>3</sup>	1393	1361
Peso específico (S.S.S) (Pe.S.S.S) kg/m <sup>3</sup>	2488	2362
Absorción (A.B.S)%	3,73	7,73
Desgaste a la abrasión (D.A)%	40	.....
Colorimetría	.....	fig. 2 aceptable

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

En los ensayos realizados del material de la mina San Joaquín 2 para sub base, base y carpeta asfáltica, se obtuvo diferentes valores los cuales son comparados con las especificaciones generales del MOP que se detallan a continuación:

Tabla 29. Mina San Joaquín 2 - Sulfatos (Anexo 11)

<b>Sulfatos</b>				
<b>Agregado</b>	<b>% de los valores obtenidos</b>			<b>Especificación MOP</b>
	<b>% de desgaste del agregado grueso</b>	<b>% de desgaste del agregado fino</b>	<b>% de desgaste total</b>	<b>% de desgaste</b>
Agregado grueso	9,69	0,05	9,74	< 12
Arena	0	4,36	4,36	< 10

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002, tabla 403-1.02

Tabla 30. Mina San Joaquín 2 Sub-Base (Anexo 12)

<b>Sub base</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>Valor obtenido</b>	<b>MOP 403.1.02</b>
Abrasión	35,6	Máximo 50%
Indice de Plasticidad	N.P	Menor que 6
Limite líquido	-----	Máximo 25

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002, tabla 403-1.02

Tabla 31. Mina San Joaquín 2 Base (Anexo 12)

<b>Base</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>Valor obtenido</b>	<b>MOP 404.1.02</b>
Abrasión	35,6	Menor 40%
Indice de Plasticidad	N.P	Menor que 6
Limite líquido	-----	Menor 25

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002, tabla 404-1.02

Tabla 32. Clasificación del material de la mina San Joaquín 2 Mezcla Asfáltica (Anexo 13)

Mezcla asfáltica		
Ensayo	Valor obtenido	MOP 405.5
Abrasión	36,15	Máximo 40%
Indice de Plasticidad	N.P	Menor que 6
Limite líquido	-----	Menor 25

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002

La granulometría del material a ser utilizado debe cumplir con las especificaciones del MOP como se indica en las siguientes tablas:

#### Para sub base

Tabla 33. Granulometría de las diferentes sub-bases

Sub base				
Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través del tamiz de malla cuadrada			
	Valor obtenido	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	100	-----	-----	100
2" (50.4 mm)	-----	-----	100	-----
1 1/2 (38.1 mm)	-----	100	70 - 100	-----
No 4 (4.75 mm)	59	30 - 70	30 - 70	30 - 70
No 40 (0.425 mm)	32	oct-35	15 - 40	-----
No 200 (0.075 mm)	8	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002

## Para Bases

Tabla 34. Granulometría para bases

Tamiz	% Pasante de los tamices cuadrados				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	A	B			
2" (50,4 mm)	100	---	---	---	100
1 1/2" (38,1 mm)	70-100	100	---	---	---
1" (25,4 mm)	55-85	70-100	100	---	60-90
3/4" (19,00mm)	50-80	60-90	70-100	100	---
3/8" (9,5 mm)	35-60	45-75	50-80	---	---
No.4 (4,75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No.10 (2,00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	---
No.40 (0,425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	---
No.200 (0,075 mm)	20-40	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002

## Para la capa de rodadura:

Tabla 35. Granulometría para capas de rodadura

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	A	B	C	D	E
2" (50,8 mm)	100				
1 1/2" (38,10 mm)	80-100				
1" (25,40 mm)	60-80	100	100	100	100
3/8" (9,5 mm)	---	50-85	60-100	---	---
No.4 (4,75 mm)	45-65	35-70	45-85	---	---
No.10 (2,00 mm)	---	25-50	30-65	40-100	55-100
No.40 (0,425 mm)	---	12-30	15-40	20-50	30-70
No.200 (0,075 mm)	5-15	5-15	5-15	5-15	8-25

Fuente: Especificaciones MOP-001-F-2002

De acuerdo a los ensayos realizados, el material de la *Mina San Joaquín 2* califica para ser utilizado en el proyecto como:

- Material de sub base
- Material de base
- Material para mezclas asfálticas
- Agregados para hormigones con cemento Portland

Con los agregados de la mina San Joaquín 2 se realizó los siguientes diseños de hormigones:

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Para utilizar en elementos estructurales de hormigón armado y cunetas)
- $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  (Para ser utilizado en la construcción Bordillos, Aceras y Replanchillos, Cabezas Muros de Hormigón Ciclópeo)

Se presenta las proporciones al volumen por cada saco de cemento portland de 50kg. (Anexo 10)

Tabla 36. Proporciones para las resistencias  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia $f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Agua	Cemento	Arena	Ripio
180	30 litros	1 saco	2.50 *	3,50*
210	28 litros	1 saco	2,50*	3,00*

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

\* Los agregados se medirán en cajonetas o parihuelas de 0.30 x 0.30 x 0.30 (m).

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDIO DE TRÁFICO**

#### **4.1 Alcance**

El alcance del trabajo, consiste en la realización de los estudios de tráfico clasificado mediante conteos manuales de los vehículos que transitan por la zona.

Los trabajos de campo se ejecutarán en siete días en 24 horas. Con esto se determinará el volumen existente en la zona y se logrará hacer una proyección a 20 años utilizando las tasas de crecimiento (%) y los factores de ajuste mensual por provincia (Fm) establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) en nuestro caso, para la Provincia de Pichincha.

#### **4.2 Antecedentes**

La parroquia de Aloasí se caracteriza por ser una zona agrícola y ganadera por excelencia, la cual cuenta con vías principales y secundarias que conectan los diferentes barrios, además los vehículos que transitan por estas vías son en su mayoría vehículos livianos y en menor cantidad buses y camiones.

#### **4.3 Objetivos**

##### **4.3.1 Objetivo general.**

Determinación de la clase de la vía en función del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual).

##### **4.3.2 Objetivo específicos.**

Determinar el TPDA

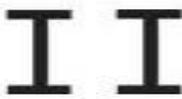
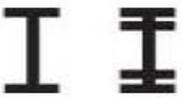
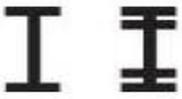
Determinar el número de ejes equivalentes de 8.2 ton para un periodo de 20 años.

#### 4.4 Metodología empleada

Primeramente mediante el análisis de la ruta se ubicó 2 estaciones de conteo en la abscisa 1+000 y en la abscisa 2+000.

La clasificación de los vehículos se ubica en la siguiente tabla de acuerdo a la plantilla de conteo. (Anexo 11)

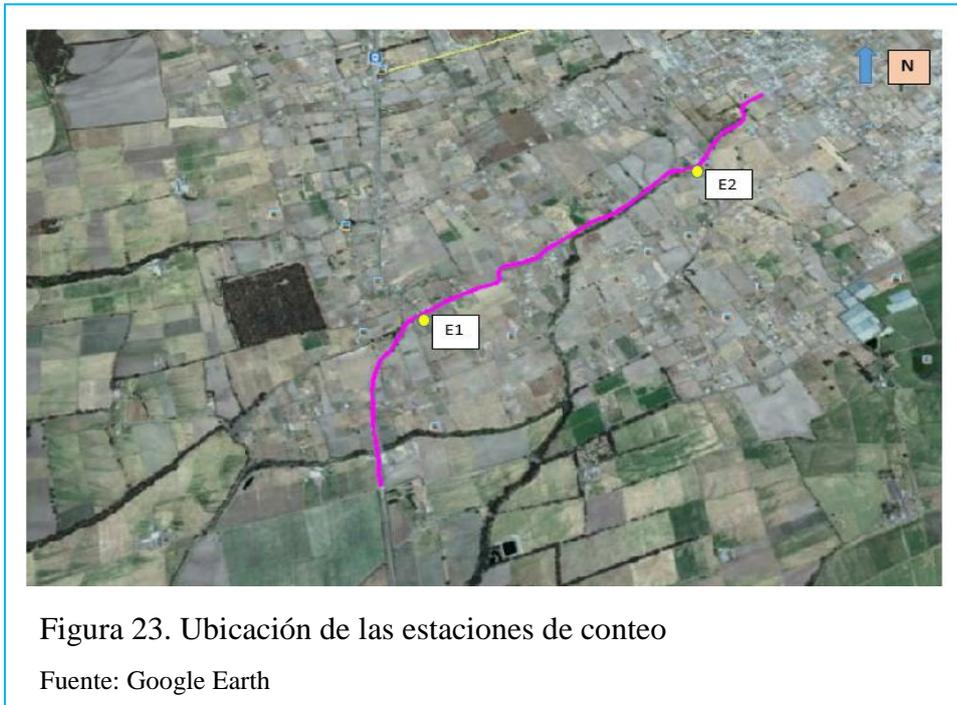
Tabla 37. Clasificación vehicular

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Tipo de eje</b>	<b>Descripción</b>
<b>Livianos 2D</b>			Sus características de operación son las de un automóvil, en esta categoría se encuentran las camionetas de dos ejes con tracción sencilla y tracción doble, así como también las camionetas de cajón.
<b>Buses 2DB</b>			Son aquellos que tienen dos o más ejes, es decir cuatro o más ruedas, están destinados al transporte de pasajeros, dentro de estos se encuentran todos los vehículos de servicio público y estos pueden ser buses grandes y buses pequeños.
<b>Camiones 2DB</b>			En esta categoría se encuentran los vehículos destinados al transporte de productos y carga, poseen uno o más ejes sencillos o de doble llanta y estos pueden ser: volquetas, camiones grandes y camiones pequeños.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP

#### 4.5 Estaciones de conteo

Las estaciones de conteo se colocaron en: la vía principal de acceso a “LA MOYA” en la abscisa 1+000 (E1) y en la abscisa 2+300 (E2).



Una vez realizado el conteo en campo se procede a realizar el análisis del tráfico clasificado.

#### 4.6 Tráfico actual

El tráfico actual es aquel que se usa en la carretera antes de la rehabilitación y que se obtiene a través de los estudios de tráfico, es decir de los conteos. (Torres, 2010, pg.23)

El tráfico actual que pasa por la vía en estudio, fue obtenido a través de los conteos manuales y es del siguiente tipo: vehículos livianos, camiones medianos y buses.

## 4.7 Análisis del tráfico actual clasificado

### Número de Vehículos diarios obtenidos a través del conteo manual

Tabla 38. Conteo manual tráfico

Conteo manual del tráfico desde 24/09/2012 al 30/09/2012										
	Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	Porcentaje promedio
Pesados	Livianos	416	420	423	426	443	489.0	500.0	311.7	445.0
	Buses pequeños	35	34	33	35	36	47	51	271.0	39.0
	Camiones medianos	31	48	50	46	49	43	38	325.0	46.0
	Σ	502	502	506	507	528.0	579.0	589.0		530

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Para el proyecto se asume que el tráfico promedio diario semanal (TPDS) es igual al tráfico promedio mensual (TPM).

Para el cálculo de TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) se determinó aplicando la siguiente fórmula descrita a continuación:

$$TPDA = TPDS \text{ Proyecto} \times Fm$$

#### Dónde:

**Fm**= factor de ajuste mensual por provincia el cual considera el consumo del combustible además este factor depende de la fecha en que se ha realizado el conteo

Fm= 1,0006

Fuente: MTOP (Anexo 12)

Tabla 39. TPDA del proyecto

Porcentajes del tráfico promedio diario anual del proyecto										
	Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	Porcentaje promedio
Pesados	Livianos	416,2	420,3	423,3	426,3	443,3	489,3	500,3	311,9	446,0
	Buses pequeños	35,0	34,0	33,0	35,0	36,0	47,0	51,0	271,2	39,0
	Camiones medianos	31,0	48,0	50,0	49,0	49,0	43,0	38,0	325,2	47,0
	Σ	502,3	502,3	506,3	507,3	528,3	579,3	589,4		532,0

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 40. Porcentajes del TPDA del proyecto

Porcentajes del tráfico promedio diario anual del proyecto										
	Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	Porcentaje promedio
Pesados	Livianos	82.9	88.7	83.6	84.0	83.9	84.9	84.9	587.4	83.9
	Buses pequeños	7.0	6.8	6.5	8.1	6.8	8.7	8.7	50.8	7.3
	Camiones medianos	10.2	9.6	9.9	7.4	9.3	6.5	6.5	61.8	8.8
										100.0

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 41. Porcentajes de vehículos pesados respecto a su dirección

% de vehículos con respecto a la dirección de recorrido			
Tipo de vehículo	Buses grands	Camiones medinos	Total de porcentajes
% de vehículos Miraflores-La Moya	30.78	23.07	53.85
% de vehículos La Moya - Miraflores	15.38	30.77	46.15
%	46.16	53.84	100

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

#### 4.8 Determinación de la clase de vía

Con el T.P.D.A. calculado de 532 vehículos se procede a observar en la tabla del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) la clase de vía a la cual corresponde.

Tabla 42. Clasificación de la vía en función del TPDA

Clase de carretera	TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)

La vía principal de acceso a la Moya pertenece a la Clase III, con un tráfico de 300 a 1000 veh/día.

De acuerdo a las normas de diseño del MTOB para el criterio de las bases de la estructura vial del país, se presenta la relación entre la función jerarquía y la clasificación de las carreteras.

Tabla 43. Determinación de la función de la vía

Función	Clase de carretera	TPDA ( Año final de diseño )
Corredor	R-I o R-II	Más de 8000
Arterial	I	De 3000 a 8000
	II	De 1000 a 3000
Colectora	III	De 300 a 1000
	IV	De 100 a 300
Vecinal	V	Menos de 100

Fuente: Ministerio DE transporte y obras públicas (MTOB)

La vía en estudio pertenece al rango colectora con un tráfico de 300 a 1000 veh /día, además, esta vía se conecta con otras vías para acceder a la Panamericana Sur, estas características se tomaran en cuenta para el diseño geométrico.

#### 4.9 Proyección del tráfico actual

Los diseños en el estudio se basan en una predicción del tráfico a 20 años, lo cual nos permite tener las consideraciones para la proyección y el diseño de la estructura del pavimento.

Aplicaremos la fórmula de crecimiento:

$$\text{TPDA Futuro} = \text{TPDA actual} (1+i)^n$$

**Dónde:**

**n** = número de años de proyección vial

**i** = tasa de crecimiento vehicular (MTOPI 2010 – 2015)

Para el proyecto se utilizó las tasas de crecimiento, para la provincia de Pichincha.

Tabla 44. Tasa de crecimiento vehicular

Tasa de crecimiento vehicular			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2010-2015	4.05%	2.53%	3.68%

Fuente: Departamento de Factibilidad - MTOPI

Esta tasa de crecimiento vehicular está en función del producto interno bruto (PIB), población y parque automotor.

Para vehículos livianos y camiones se considera el PIB y el parque automotor y para buses el parque automotor y la población. (Anexo 13)

Tabla 45. Proyección del tráfico actual

Periodos	Livianos	Buses pequeños	Camiones pequeños	Total
0	446	39	47	532
20	987	64	97	1148

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPI)

## 4.10 Determinación del tráfico del proyecto

El tráfico total considerado para el proyecto, es la suma de tráfico futuro más generado y desviado a continuación descrito:

### 4.10.1 Estimación del porcentaje de tráfico generado.

#### Metodología

Para determinar el tráfico generado se realizó encuestas en el sitio del proyecto y en los barrios mas cercanos como son La Estacion, San Roque, Potreros Altos, Aloasi, Culala, Miraflores y la Moya.

Para obtener el número de encuestas a realizar , fue necesario tomar como referencia la población de la parroquia Aloasí la cual tiene 7600 habitantes y el tamaño de la muestra se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

#### Dónde:

**M**= Muestra (número de encuestas a realizar)

**N** = es el tamaño de la población

**e** = es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador, se asume un e= 9%

**p** = proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura.

**q** = proporción de individuos que no poseen esa característica,

**K** = es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean

ciertos; se asume para el proyecto un 95,5 % de confianza que es lo mismo decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Asumido el nivel de confianza se obtiene el valor de k por medio de la siguiente tabla:

Tabla 46. Niveles de confianza

Valor de K	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97.50%	99%

Fuente:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o\\_de\\_la\\_muestra](http://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o_de_la_muestra)

Una vez indicados los parámetros se procede al cálculo del número de encuestas a realizar

$$M = \frac{k^2 * N * p * q}{e^2(N - 1) + k^2 * p * q}$$

$$M = \frac{1.96^2 * 7600 * 0.5 * 0.5}{0.09^2(7600 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$M = 112 \text{ Encuestas}$$

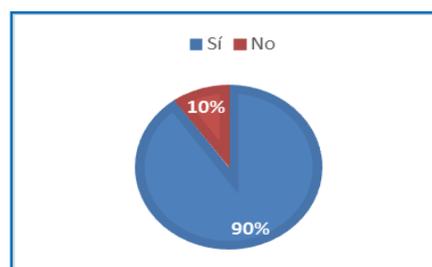
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o\\_de\\_la\\_muestra](http://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o_de_la_muestra)

*Preguntas que fueron realizadas en las 112 encuestas* (modelo de ficha anexo14)

A continuación mostramos los resultados de las muestras a través del análisis de las encuestas realizadas.

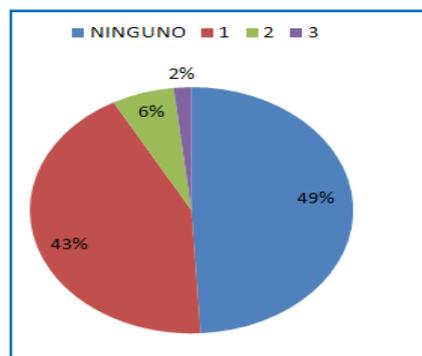
### 1. ¿La pavimentación de la vía principal la Moya le facilitaría su movilización?

Sí	101	90.18	%
No	11	9.82	%
	<b>112</b>	<b>100</b>	%



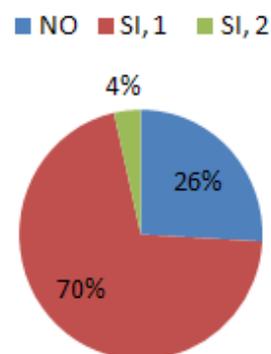
## 2. ¿Con cuántos vehículos cuenta su familia?

<b>Ninguno</b>	55	49.11	%
<b>1</b>	48	42.86	%
<b>2</b>	7	6.25	%
<b>3</b>	2	1.79	%
<b>Más de 3</b>	0.00	0.00	%
	<b>112</b>	<b>100</b>	%



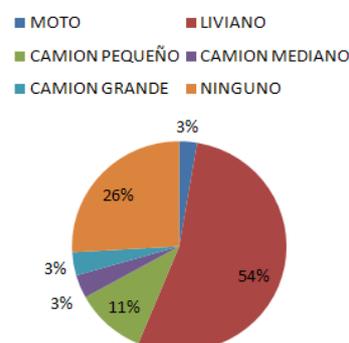
## 3. ¿La pavimentación de la vía principal la Moya le facilitaría la adquisición de vehículos en su familia?

	<b>No</b>	29	25,89	%
<b>Sí</b>	1	79	70,54	%
	2	4	3,57	%
	3	0	0,00	%
		<b>112</b>	<b>100,00</b>	%



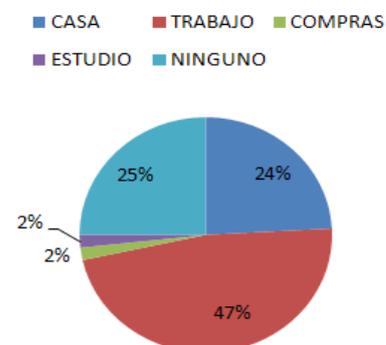
## 4.- ¿En el caso de que la vía principal La Moya se encuentre pavimentada, que tipo de vehículo usted compraría en el futuro?

<b>Moto</b>	3	2,68	%
<b>Liviano</b>	60	53,67	%
<b>Camión pequeño</b>	12	10,71	%
<b>Camión mediano</b>	4	3,57	%
<b>Camión grande</b>	4	3,57	%
<b>Ninguno</b>	29	25,89	%
	<b>112</b>	<b>100</b>	%



## 5.- ¿Por qué motivo compraría usted el vehículo?

Casa	28	24,14	%
Trabajo	55	47,41	%
Compras	2	1,72	%
Estudio	2	1,72	%
Otros	0	0,00	%
Ninguno	29	25,00	%
	<b>116</b>	<b>100,00</b>	%



Para el cálculo del porcentaje de vehículos que se generarán, se toma en cuenta, el número de vehículos existentes (obtenido de los conteos) y el número de vehículos obtenidos a través de las encuestas.

Tabla 47. Porcentaje del tráfico generado

	Número de vehículos	%
De los conteos	532	100
De las encuestas	83	15.6

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB)

De investigaciones realizadas para la estimación del porcentaje del tráfico generado el MTOB recomienda utilizar el 20 % del TPDA. Sin embargo, de las encuestas anteriormente realizadas se obtuvo el porcentaje de 15.6 % y este es el porcentaje que se va a utilizar para el proyecto.

### 4.10.2 Estimación del porcentaje de tráfico desviado.

Es un porcentaje estimado del tráfico existente, que dependa de la cantidad de vehículos que van a ser atraídos a cualquier carretera el momento que entre en funcionamiento.



Figura 24. Rutas existentes del sector

Fuente: Google Earth

**Simbología**

- Vía Principal
- Vías Secundarias
- Vía en Estudio

En el análisis realizado se puede observar que las vías del sector son paralelas, y cada una de ellas tienen diferentes destinos, sin tener una conexión entre sí, por lo que el tráfico desviado para el proyecto en estudio es del 0% además, de que esta la vía es existente y tiene el mismo trayecto de origen - destino.

#### 4.11 Cálculo de los ejes equivalentes por el método AASHTO

**ESALS.-** Son el número de pasadas de ejes transformados en un número de ejes tipo, que de acuerdo a la norma AASHTO es un eje simple de 18 Kips. (Elmer, 1993,pg.25)

**LEF:** El factor equivalente de carga o LEF es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por una dada carga de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 80 KN en el mismo eje. (Elmer, 1993, pg.25)

#### 4.11.1 Cálculo de los ejes equivalentes del pavimento flexible.

El índice de servicialidad determina el grado de comportamiento y la capacidad de servicio del pavimento, para un pavimento nuevo el Índice de servicialidad (Po) es de 4,2 y para un pavimento que ya ha llegado al término de vida útil (PT), se estima de 2 a 2,5.(Elmer, 1993, pg.160)

Tabla 48. Método AASHTO pavimento flexible

Tipo de vehículo	TPDA	Eje	Tipo de eje	Peso Kn/Eje (MOP)	Peso Ton/Eje (MOP)	Nº de ejes	LEF (FACTOR DE CARGA EQUIVALENTE)	Nº de ESALS
Vehículos medianos	514	Delantero	29.89	7	3	514	0.0	0.0
		Posterior	39.85	9	4	514	0.0	0.0
Buses 2 ejes	45	Delantero	69.74	16	7	45	0.645	29.0
		Posterior	109.6	25	11	45	3.4	153.0
Camiones medianos 2 ejes	53	Delantero	29.89	7	3	53	0.027	1.4
		Posterior	69.74	16	7	53	0.645	34.2
<b>Total</b>						1224		<b>217.6</b>

Fuente: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Para el proyecto se asumió un **PT=2,5** y **SN =4**

PESO KN/ EJE MOP (Anexo 15)

LEF = se obtuvo a través de las tablas AASHTO para pavimento flexible (Anexo 16)

**4.11.1.1 Cálculo de los ejes equivalentes para pavimento flexible en un periodo de 20 años.**

**Dónde:**

**N**= número de ejes equivalente

**Fd**= factor sentido (0,5 obtenido de los conteos)

**Nd**= tráfico actual en el año base

**Fc**= factor carril (1 carril por sentido)

**r** = tasa de crecimiento (3,68 %)

**n** = número de años

Tabla 49. Número de carriles una sola dirección

Número de carriles una sola dirección	FC
1	1
2	0.8-1.00
3	0.6-0.8
4	0.5-0.75

Fuente: Método AASHTO simplificado

$$N = (Nd \times 365 \times Fd \times Fc) \times \frac{(1 + r)^n}{r}$$

$$N = (217,6 \times 365 \times 0,5 \times 1) \times \frac{(1 + 0,0368)^{20} - 1}{0,0368}$$

**N = 1140890,35 Ejes Equivalentes de 8.2 Ton**

#### 4.11.2 Cálculo de los ejes equivalentes del pavimento rígido.

El espesor del pavimento varía de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo para calles de urbanizaciones residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, las vías colectoras entre 15 y 17 cm. En vías arteriales espesores de 16 cm y en aeropistas - autopistas 20 cm o más.

Para el proyecto se asume un espesor de 16 cm.

El índice de servicialidad determina el grado de comportamiento y la capacidad de servicio del pavimento, para un pavimento nuevo el Índice de servicialidad (Po) es de 4,5 y para un pavimento que ya ha llegado al término de vida útil (PT), se estima en 2,5.

Para el proyecto se asumió un **PT=2,5**

Fuente: [www.biblioteca.udep.edu.pe](http://www.biblioteca.udep.edu.pe)

Tabla 50. Método AASHTO pavimento rígido

Tipo de vehículo	TPDA	Eje	Tipo de eje	Peso kn/eje (MOP)	Peso TON/EJE (MOP)	Nº d ejes	LEF (Factor de carga equivalente)	Nº de ESALS
Vehículos medianos	514	Delantero	29.89	7	3	514	0	0.0
		Posterior	39.85	9	4	514	0	0.0
Buses 2 ejes	45	Delantero	69.74	16	7	45	9.6	27.0
		Posterior	109.6	25	11	45	4.25	191.3
Camiones mediano 2 ejes	53	Delantero	29.89	7	3	53	0.02	1.1
		Posterior	69.74	16	7	53	0.6	31.8
<b>Total</b>						1224		251.2

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

PESO KN/ EJE MOP (Anexo 4.5)

LEF = se obtuvo a través de las tablas AASHTO para pavimento rígido (Anexo 17)

**4.11.2.1 Cálculo de los ejes equivalentes para pavimento rígido en un periodo de 20 años.**

**Dónde:**

**N**= número de ejes equivalente

**Fd**= factor sentido (0,5 obtenido de los conteos)

**Nd**= tráfico actual en el año base

**n** = número de años

**r** = tasa de crecimiento (3,68 %)

**Fc**= factor carril (1 carril por sentido)

$$N = (Nd \times 365 \times Fd \times Fc) \times \frac{(1 + r)^n}{r}$$

$$N = (251,1 \times 365 \times 0,5 \times 1) \times \frac{(1 + 0,0368)^{20} - 1}{0,0368}$$

$$N = 1320173,11 \text{ Ejes Equivalentes de 8.2 Ton}$$

## 4.12 Factor daño por vehículo (FDV)

Es un parámetro que indica el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que actúan en una estructura de pavimento, por el paso de cada vehículo, el cual se obtiene acumulando los factores de equivalencia de carga, de cada uno de los ejes correspondientes a la configuración de cada vehículo. (Elmer,1993, pg.25)

$$FDV = \sum FEC_i$$

### 4.12.1 Cuantificación del factor de equivalencia de carga por eje según método AASHTO simplificado.

Tabla 51. Factor de equivalencia de carga

Tipo de eje	Fórmulas para el cálculo del factor equivalencia de carga
Simple de Rueda Simple	$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje (Ton)}}{6.66 \text{ Ton}} \right]^4$
Simple de Rueda Doble	$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje (Ton)}}{8.2 \text{ Ton}} \right]^4$
Tándem	$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje (Ton)}}{15.0 \text{ Ton}} \right]^4$
Tridem	$FEC = \left[ \frac{\text{Carga por eje (Ton)}}{23.0 \text{ Ton}} \right]^4$

Fuente: Método AASHTO simplificado

Las expresiones simplificadas para el cálculo del factor de equivalencia de carga por eje, recomendadas por AASHTO relacionan las magnitudes de carga con respecto a unas cargas de referencia en cada tipo de eje y esta relación se eleva normalmente a la cuarta potencia o a una potencia **n**, valor que es función del tipo de eje, la magnitud de la carga, el número estructural y la serviciabilidad final. En la siguiente tabla se presentan las expresiones recomendadas.

Tabla 52. Factor daño por vehículo

Cálculo del factor daño por vehículo						
Tipo de vehículo	Peso Ton /eje (MOP)	Eje	Tipo de eje	FEC (Eje delantero)	FEC (Eje posterior)	Factor daño
Vehículos livianos	3	Delantero	Simple rueda simple	-----	-----	-----
	4	Posterior	Simple rueda simple			
Buses 2 ejes	7	Delantero	Simple rueda doble	1,22	3,23	4,5
	11	Posterior	Simple rueda doble			
Camiones medianos 2 ejes	3	Delantero	Simple rueda simple	0,041	0,53	0,6
	7	Posterior	Simple rueda doble			

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

#### 4.12.2 Cálculo del número de ESALS.

Tabla 53. Factor total daño

Tipo de vehículo	TPDA	Factor de daño	No. Esals
Buses 2 ejes	39	4,5	175,5
Camiones medianos 2 ejes	47	0,6	28,2
			203,7

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

#### 4.12.3 Cálculo de los ejes equivalentes para un periodo de 20 años.

**Dónde:**

**N**= número de ejes equivalente

**Fd**= factor sentido (0,5 obtenido de los conteos)

**Nd**= tráfico actual en el año base

**Fc**= factor carril (1 carril por sentido)

**r** = tasa de crecimiento (3,68 %)

**n** = número de años

$$N = (Nd \times 365 \times Fd \times Fc) \times \frac{(1 + r)^n}{r}$$

$$N = (203,7 \times 365 \times 0,5 \times 1) \times \frac{(1 + 0,0368)^{20} - 1}{0,0368}$$

**N = 1070964,81 Ejes Equivalentes de 8.2 Ton**

Para determinar el valor total de ejes equivalentes (NT) se utilizó el mayor valor de N que es igual a 1140890,35 ejes equivalentes de 8.2 Ton. Además, este valor se multiplica por el porcentaje del tráfico generado y desviado (en nuestro caso no se toma en cuenta el porcentaje desviado debido a que es cero).

$$\mathbf{NT = N + NG + NO}$$

**NG = % de tráfico generado \* N**

$$NG = 0,156 * 1140890,35$$

$$NG = 177978,89 \text{ Ejes equivalentes de 8.2 Ton}$$

**NT = N + NG**

$$NT = 1140890,35 + 177978,89$$

$$NT = 1318869,24 \text{ Ejes Equivalentes de 8.2 Ton}$$

Se concluye que para el diseño de pavimento se utilizara el **NT = 1318869,24 Ejes Equivalentes de 8.2Ton.**

## **CAPÍTULO 5**

### **DISEÑO DE PAVIMENTOS**

#### **5.1 Generalidades**

La finalidad de este proyecto es mejorar la estructura de la vía existente mediante dos alternativas de diseño del pavimento como son el rígido y flexible, esta elección se la realizará en base a un análisis técnico económico.

Cabe mencionar que este proyecto mejorara la calidad de vida y nivel económico de los moradores del sector.

El diseño del pavimento flexible y el pavimento rígido se realizará en base a la Guía ASSHTO -93.

#### **5.2 Objetivos**

- Diseñar los espesores de la estructura del pavimento flexible y rígido.
- Realizar el análisis comparativo técnico económico entre el pavimento rígido y flexible.

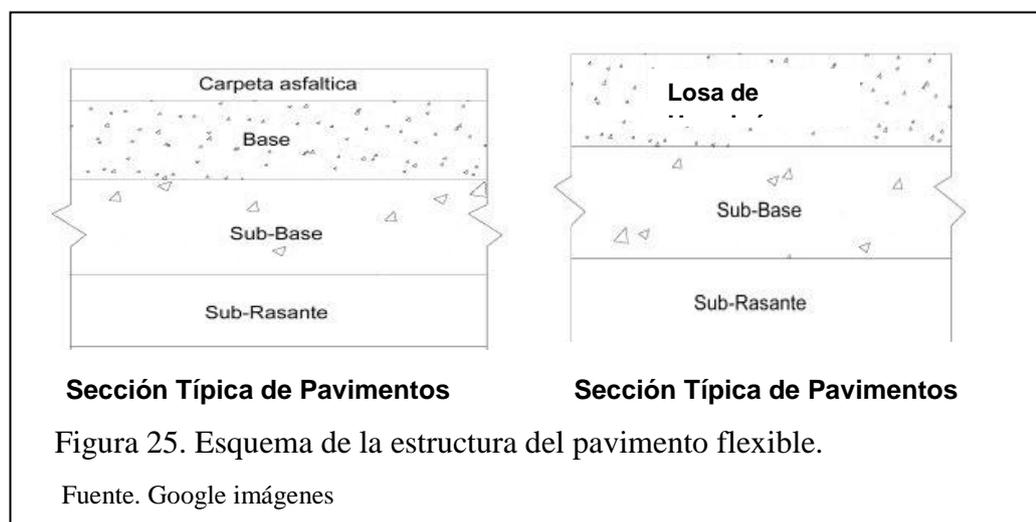
#### **5.3 Fundamento teórico**

##### **5.3.1 Tipos de pavimentos.**

Pavimento: Es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento eficiente. (Torres, 2010, pg.5)

En el proyecto se analizaran 2 alternativas de pavimento como se indica a continuación:

- ⦿ Pavimento rígido
- ⦿ Pavimento flexible



### 5.3.1.1 Pavimento flexible.

Es una estructura de uno o más capas comprendidas entre la sub rasante y la superficie de rodamiento cuya principal función es la de permitir rodamiento de vehículos de una forma rápida, cómoda y segura a los usuarios, además este tipo de pavimento se adaptan a las deformaciones del terreno de cimentación sin el apareamiento de tensiones adicionales.

El pavimento flexible está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de base y de la sub base. Tiene la ventaja de ser más económico en su construcción inicial, su vida útil es de 10 a 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. (Torres, 2010, pag.7)

#### 5.3.1.1.1 Capas que intervienen en el pavimento flexible.

Las capas del pavimento flexible se describen a continuación en base a la Especificación MOP.

**Sub-base:** Es una capa compuesta de agregados obtenidos del proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.242)

Funciones:

- Disminuir el costo de construcción.
- Disminuir las deformaciones de la estructura.
- Resistir esfuerzos y deformaciones transmitidos por las cargas de tránsito.
- Actuar como dren.
- Proporcionar un apoyo uniforme para la base.

**Base:** Es una capa de materiales pétreos seleccionados, se la construye sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pag.252)

Funciones:

- Proporcionar un elemento resistente que transmite a las capas inferiores los esfuerzos producidos por el tránsito.
- Disminuir los costos de construcción.
- Servir como una capa de transición entre la sub-base y la capa de rodadura.
- Desempeña una función de drenaje.

**Capa asfáltica:** "Es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, esta capa es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir ". (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.280)

Funciones:

- Soportar y transmitir las cargas que se presentan con el paso de vehículos.
- Ser lo suficientemente impermeable.
- Soportar el desgaste producido por el tránsito y por el clima.
- Mantener una superficie cómoda y segura (antideslizante) para el rodamiento de los vehículos.
- Mantener un grado de flexibilidad para cubrir los asentamientos que presente la capa inferior (base, sub base).

#### ***5.3.1.2 Pavimento rígido.***

Son aquellos que no acompañan las deformaciones del terreno de cimentación y resisten con seguridad las tensiones adicionales de tracción que se origina por este hecho.

Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años el mantenimiento que se requiere es mínimo y solo se efectúa en las juntas de las losas.

#### ***5.3.1.2.1 Capas del pavimento rígido.***

##### **Funciones de la Sub-base:**

- Proporcionar apoyo uniforme a la losa de concreto.
- Incrementar la capacidad portante de los suelos de apoyo.
- Evitar el fenómeno de bombeo en juntas, grietas y extremos del pavimento.

##### **Funciones de la losa de concreto:**

- Debe ser resistente para que pueda absorber la mayor parte o todos esfuerzos.
- Proporcionar al tránsito una superficie segura y estable.
- Impermeabilizar la estructura.
- Proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda.

#### **5.4 Trabajos de campo e investigación de la subrasante**

Para conocer el tipo de suelo y evaluar el suelo de la sub-rasante, el día 6 de octubre del 2012 se realizó 7 calicatas, cada calicata cada 500 m partiendo desde el barrio la Moya (0+000 km) hasta el barrio Miraflores (2+674.15 km ).

De cada calicata se tomó muestras de suelo de la subrasante a las profundidades de 0.50, 1.5 y a 2.50 metros de profundidad, con fines de realizar ensayos de clasificación AASHTO y SUCS.

Sobre las muestras tomadas en el campo y llevadas al laboratorio, se realizó los siguientes ensayos que se indican a continuación:

- **Contenido de humedad natural**

Norma ASTM D 2216-98), este ensayo permite determinar la cantidad de agua natural que tiene el suelo expresada en porcentaje en relación a la masa seca del suelo.

- **Granulometría**

Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla No.200 (NORMA ASTM D 422-02), este ensayo cubre la separación en tamaños de partículas por medio de un tamizado.

- **Clasificación de suelos AASHTO**

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (Designación ASTM D-3282).

Este sistema describe un procedimiento para clasificar a los suelos en 7 grupos, basándose en los ensayos de laboratorio de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad como se indica a continuación:

Los Suelos con el 35% o menos de finos son:

**A-1** = Gravas y arenas

**A-2** = Gravas limosas o arcillosas

Arenas limosas o arcillosas

**A-3** = Arenas finas

Y los suelos con más del 35% de finos son:

**A-4** = Suelos limosos

**A-5** = Suelos limosos

**A-6** = Suelos arcillosos

**A-7** = Suelos arcillosos

La evaluación en cada grupo se realiza mediante un " índice de grupo ", el cual se calcula por la fórmula empírica:

$$\mathbf{IG = (F - 35) (0,2 + 0.005 (LL- 40)) + 0,01 (F - 15) (IP - 10).}$$

**Dónde:**

**F** = Porcentaje que pasa el tamiz #200 (0.075mm), expresado en número entero.

**LL** = Límite Líquido.

**IP** = Índice de Plasticidad.

El índice de grupo se informa en números enteros y si es negativo su valor será igual a cero.

Si el suelo no es plástico y no se puede determinar el límite líquido, entonces el índice de grupo será 0.

Los índices de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a los suelos limosos entre 8 y 12 y los suelos arcillosos entre 11 y 20 o más.

El grupo en el que se clasifique incluyendo el índice de grupo, será utilizado para determinar la calidad relativa de suelos para terraplenes, material de subrasante, sub bases y bases.

Mediante los ensayos de laboratorio mencionados anteriormente en el capítulo Geológico - Geotécnico numeral 3.9.2 se indica los siguientes resultados.

En el proyecto existen dos tipos de suelo:

En la clasificación AASHTO, existen dos tipos de suelos como son: limoso no plástico o moderadamente plástico A4 (0) y materiales granulares como grava y arena gruesa con contenido de limo A-2-4(0) además el índice de grupo = 0 indica que el material es bueno para sub- rasante.

- **Clasificación de suelos SUCS**

En el capítulo Geológico – Geotécnico numeral 3.9.2 se indica la clasificación de suelos SUCS la cual fue realizada en base a los resultados entregados por el laboratorio; determinando que en el proyecto existen dos tipos de suelos como son: el suelo areno limoso (ML) y el suelo limo arenoso (SM).

- **Perfil Estratigráfico**

Mediante los estudios de suelos y el perfil vertical del terreno obtenido de la topografía se procedió a realizar los perfiles estratigráficos para la clasificación AASHTO y SUCS como se indica a continuación:

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO CLASIFICACION ASSHTO

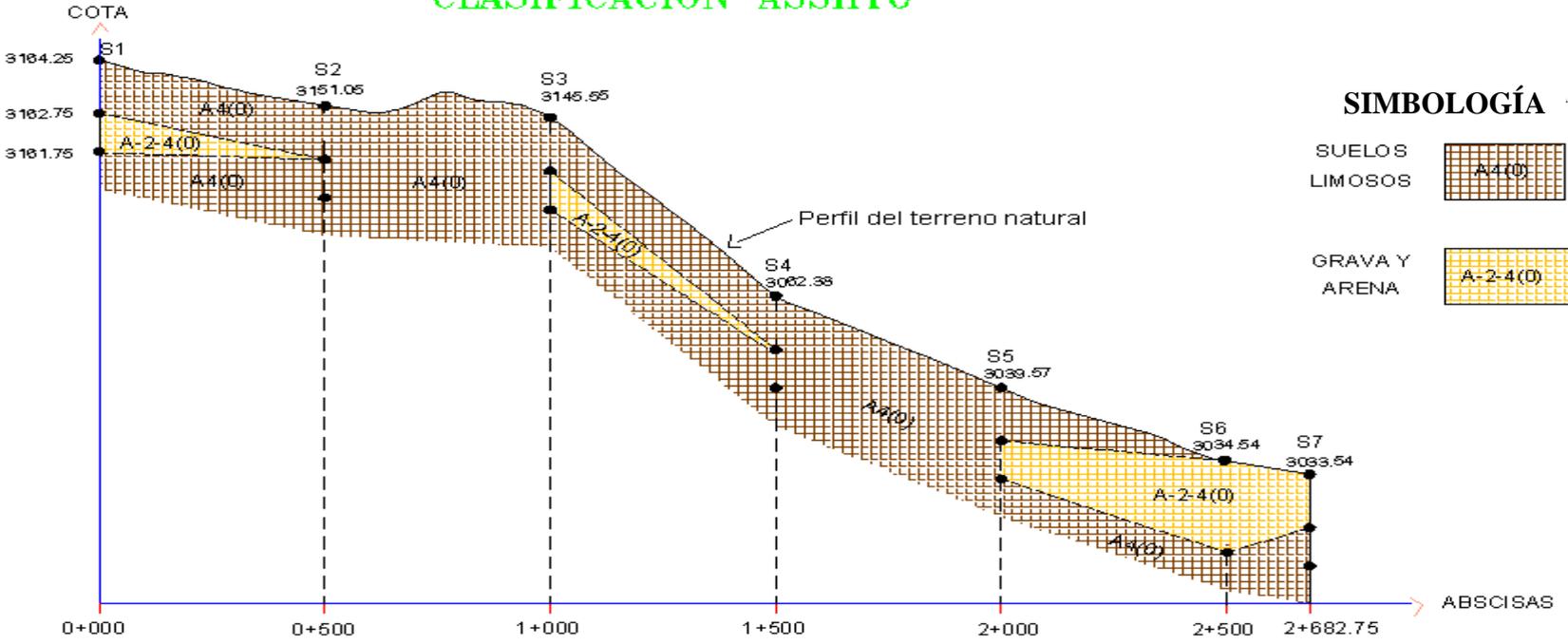
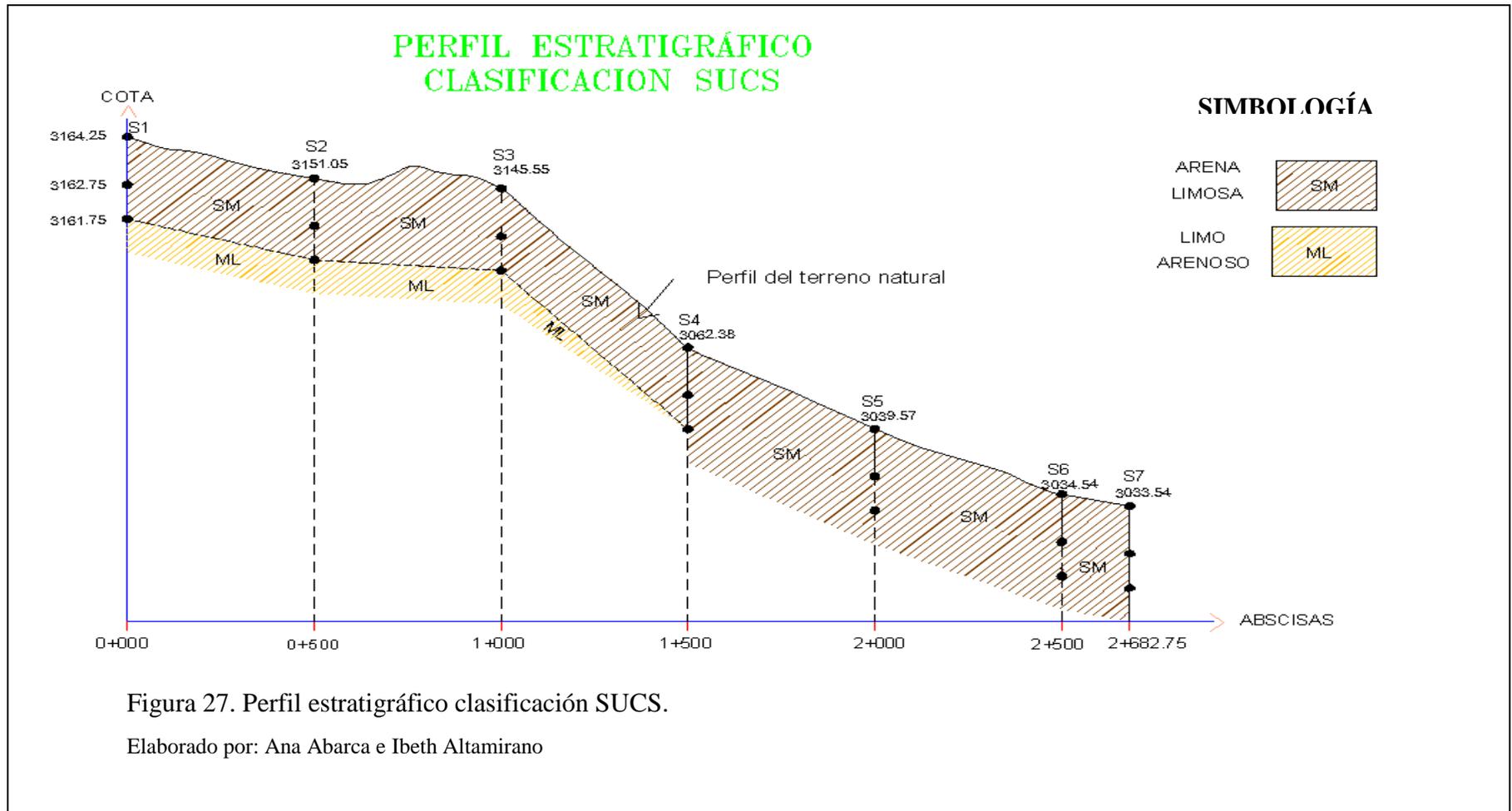


Figura 26. Perfil estratigráfico clasificación AASHTO.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano



#### 5.4.1 Resistencia al corte del suelo.

Las muestras alteradas del suelo de la sub rasante se obtuvieron cada 500 m de la vía en estudio a profundidades de rasante, 1.5 y 2.5 m, con estas muestras se determinó en el Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana los diferentes valores de CBR los cuales se encuentran en un rango de (28 – 39) %; estos valores indican que la calidad de la sub-rasante es muy buena. Además, para el diseño del pavimento se utilizara un CBR = 32 el cual corresponde al percentil 85%.

#### 5.4.2 Determinación del módulo de resiliencia para la subrasante (Mr).

El módulo de resiliencia de la subrasante fue determinado anteriormente en el capítulo 3 - pág. 51 del estudio geológico - geotécnico, aplicando la siguiente ecuación la cual está en función del CBR de la sub rasante la cual se obtuvo del método ASSHTO 1993:

$$\text{PARA CBR} > 20 \% \longrightarrow \text{Mr} = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241 \text{ (PSI)}$$

$$\text{CBR} = 32 \%$$

$$\text{Mr} = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241 \text{ (PSI)}$$

$$\text{Mr} = 4326 \times \ln 32 + 241 \text{ (PSI),}$$

$$\text{Mr} = 15233.77 \text{ PSI}$$

Fuente: Guía AASHTO

#### Metodología empleada en el diseño

El método ASSHTO -93 es uno de los más utilizados a nivel internacional para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico y pavimento flexible, fue promovida por la organización "American Association of State Highway and Transportation Officials" para estudiar el comportamiento de estructuras de pavimento de espesores conocidos, bajo cargas móviles de magnitudes y frecuencias conocidas y bajo el efecto del medio ambiente.

Este método se utilizará para el diseño del pavimento flexible y rígido el cual se basa en parámetros de diseño como son: el número de ejes equivalentes de carga de 8.2 ton obtenido anteriormente en el Capítulo del Trafico numeral 4.12.3, el valor de C.B.R correlacionado al módulo resiliente y módulo de balasto descritos en el Capítulo Geológico – Geotécnico numeral 3.10.

## 5.6 Diseño del pavimento por el método AASHTO 1993

### 5.6.1 Pavimento flexible.

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos parámetros como son índice de serviciabilidad, variables de tiempo, transito, confiabilidad , módulo resiliente, coeficiente de drenaje y desviación estándar. Todos estos parámetros son necesarios

Para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento.

La ecuación AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles es:

$$\log_{10} w_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.07$$

#### Dónde:

**ΔPSI:** Perdida de serviciabilidad

**W<sub>18</sub>:** Número de cargas de 18 kips (8.2 Ton) previstas

**Z<sub>r</sub>:** Desviación normal

**S<sub>o</sub>:** Desviación estándar de todas las variables

**Mr:** Módulo resiliente de la sub-rasante (psi)

**SN:** Número estructural (pulg)

## Variables de diseño

El método AASHTO considera las siguientes variables que se describen a continuación:

- **Período de diseño:** Se debe considerar dos variables que son el periodo de análisis y la vida útil del pavimento. La vida útil es el periodo entre la construcción y la rehabilitación del pavimento con un grado de servicialidad mínimo. El periodo de análisis es el tiempo total que el diseño debe cubrir.

Los periodos de análisis recomendados se indican a continuación:

Tabla 54. Periodo de diseño en función del volumen del tránsito

Tipo de camino	Período de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30 - 50 años
Gran volumen de tránsito rural	20 - 50 años
Bajo volumen pavimentado	15 - 25 años

Fuente: Guía AASHTO 1993.

Para el proyecto se asume un período de diseño de 20 años.

- **Transito:** Se usa el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 Kips (8.2 Ton) o ESALS el cual fue obtenido en el capítulo del tráfico numeral 4.12.3 obteniendo un valor

NT= 1318869 **Ejes Equivalentes de 8.2Ton.**

- **Confiabilidad (R):** La confiabilidad es el nivel de seguridad que requiere la sección de la vía para el período de diseño de 20 años. Los valores de confiabilidad se determinan en base al tipo de vía y del sector ya sea urbana o rural.

Tabla 55. Factor de confiabilidad por sectores en función del tipo de vía

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y Autopistas	85 - 99,9	85 - 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

Para el diseño se utilizará un valor de confiabilidad del 90 %. Tomando en cuenta que un nivel de confiabilidad alto implica un pavimento más costoso y por lo tanto mayores costos iniciales, pero también pasara más tiempo hasta que ese pavimento necesite una reparación y por ende los costos de mantenimiento serán menores.

- **Desviación normal (Zr)**

Este valor se adopta en función al porcentaje de confiabilidad como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 56. Coeficiente normal de desviación estándar

% de confiabilidad	Desviación normal
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
95	-1,645
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,09

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

En base a la confiabilidad adoptada del 85% se tiene una desviación normal de - 1.037.

- **Desviación estándar (So)**

Para la desviación estándar la guía AASHTO recomienda valores límites para los dos tipos de pavimentos, como se indica a continuación.

Tabla 57. Valores de la desviación estándar para los dos tipos de pavimento

Condición de diseño	Desviación estándar (So)	
	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,3	0,4
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0,4	0,5

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

La desviación estándar para el pavimento flexible se asume de 0.5

- **Serviciabilidad (PSI)**

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario cuando éste circula por la vía. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc. que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura. (Elmer, 1993, pg.160)

En la siguiente tabla a continuación se indica la calificación del pavimento según su estado.

Tabla 58. Índice de serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5-4	Muy Buena
4-3	Buena
3-2	Regular
2-1	Mala
1-0	Muy Mala

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

### Serviciabilidad Inicial (Po)

El índice de serviciabilidad inicial se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. La guía AASHTO establece para pavimento flexible utilizar un valor inicial de 4.2. (Elmer L., 1993, pg.160)

### Índice de serviciabilidad final (Pt)

El índice de serviciabilidad final se produce cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. (Elmer, 1993, pg.160)

Dependiendo del tipo de vía se obtiene el valor de la serviciabilidad final como se indica a continuación:

Tabla 59. Índice de serviciabilidad final

PT	Clasificación
3,00	Autopistas
2,50	Vías Colectoras
2,25	Calles comerciales e industriales
2,00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993

A continuación se indica los valores de serviciabilidad inicial y final para el pavimento flexible.

Tabla 60. Índice de serviciabilidad para pavimento flexible

Serviciabilidad (PSI)	Pavimento flexible
Inicial (Po)	4,2
Final (PT)	2,5

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

Cabe mencionar que la serviciabilidad inicial (Po) se encuentra en el rango de 5-4 calificando como muy buena y la serviciabilidad final (Pt) está en el rango de 3-2 calificando como regular, estos rangos de valores se indican en la tabla 58.

- **Perdida del índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

La perdida del índice de serviciabilidad para pavimento flexible es igual a la serviciabilidad inicial menos al serviciabilidad final.

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

- **Capacidad de drenaje (mi)**

Para determinar los valores de los coeficientes de drenaje de la base (m2) y sub base (m3); la norma AASHTO se basa en la capacidad que tiene el drenaje para remover la humedad interna del pavimento.

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.

La calidad del drenaje dependerá del tipo de material que estén formadas las capas de la estructura del pavimento; para el proyecto se asume una calidad de drenaje bueno debido a que el material no contiene arcilla por lo que

podrá evacuar con facilidad el agua existente en las capas del pavimento.  
(Elmer, 1993, pg.1333)

En la siguiente tabla se indica los diferentes tipos de calidad de drenaje.

Tabla 61. Tiempo recomendado de evacuación del agua

Calidad del drenaje	Tiempo recomendado de evacuación del agua
Excelente	2 Horas
Bueno	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy pobre	No drena

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993

Tomando como referencia los datos de precipitaciones de la estación Cotopaxi mencionados anteriormente en el capítulo geológico, en el cual se indica las precipitaciones mensuales desde el año 2000 al 2012 siendo el año 2011 el de mayor precipitación.

Para la determinar la capacidad de drenaje se realizara en base al año 2011 con una relación entre la precipitación total y los meses más lluviosos como son marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre como se indica.

Precipitación total: 1335,1 mm

Precipitación de los 5 meses: 744,9 mm

En base a la relación se obtuvo una probabilidad de que las capas del pavimento lleguen al 55.8 % de saturación.

Tabla 62. Porcentajes de tiempo en función de la calidad del drenaje y de la humedad

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	< 1 %	1 -5 %	5 - 25 %	> 25%
Excelente	1,4-1,35	1,35-1,3	1,3-1,2	1,2
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,0
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,8	0,8
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,8	0,8-0,6	0,6
Muy Pobre	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,4	0,4

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993

De la tabla se tiene que el coeficiente de drenaje para la base m2 es de 1 y para la sub base es de 0.8.

- **Determinación del coeficiente estructural (ai) para la capa de rodadura, base y sub base.**

### Sub base

El CBR de la sub base se estimó de acuerdo a las especificaciones M.O.P el cual establece un C.B.R mínimo de 30%.

Para determinar el módulo resiliente y el coeficiente estructural a3 de la subbase se utilizará el nomograma de AASHTO señalando el C.B.R de 30 % como se indica en la siguiente figura:

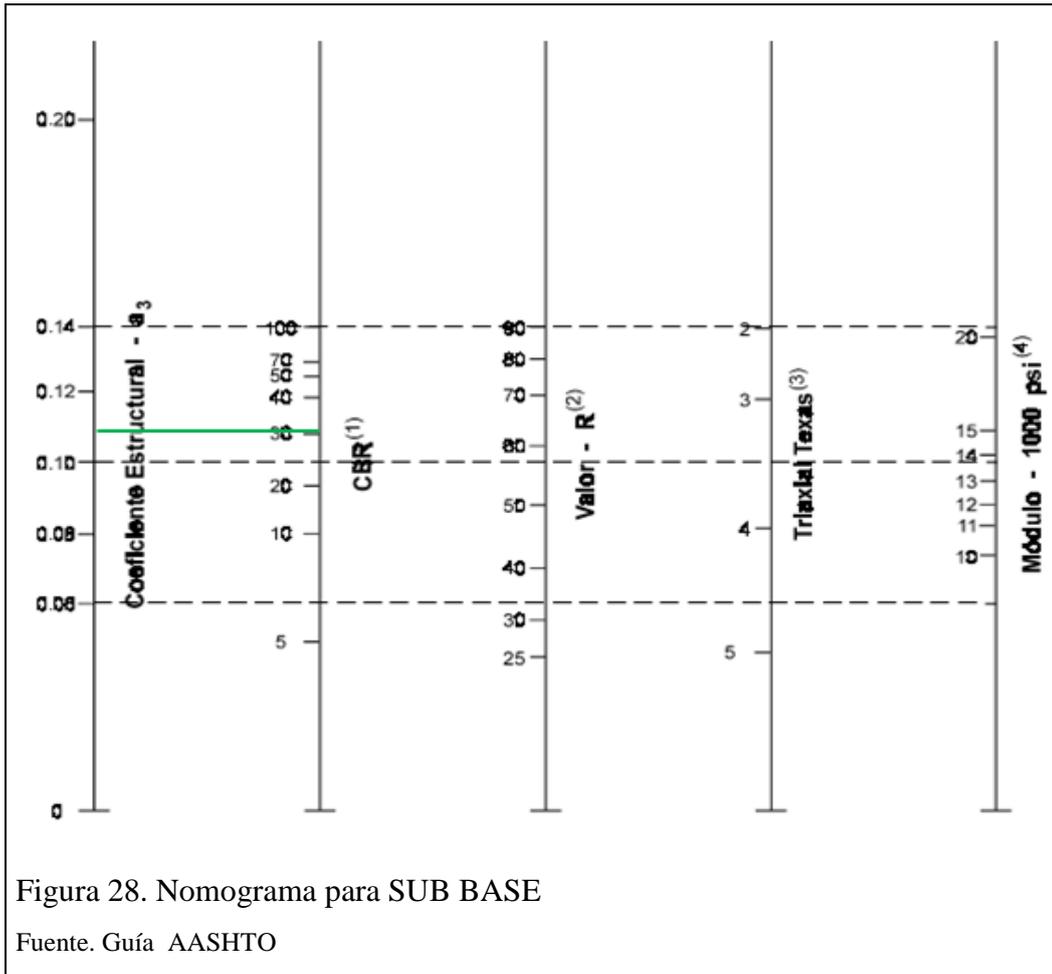


Figura 28. Nomograma para SUB BASE

Fuente. Guía AASHTO

Para el C.B.R de 30% se obtuvo del nomograma un coeficiente estructural (a<sub>3</sub>) de 0.11.

El método ASSHTO 2002 propone una fórmula general de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR como se indica a continuación:

$$M_r = 2555 \text{ CBR}^{0,64}$$

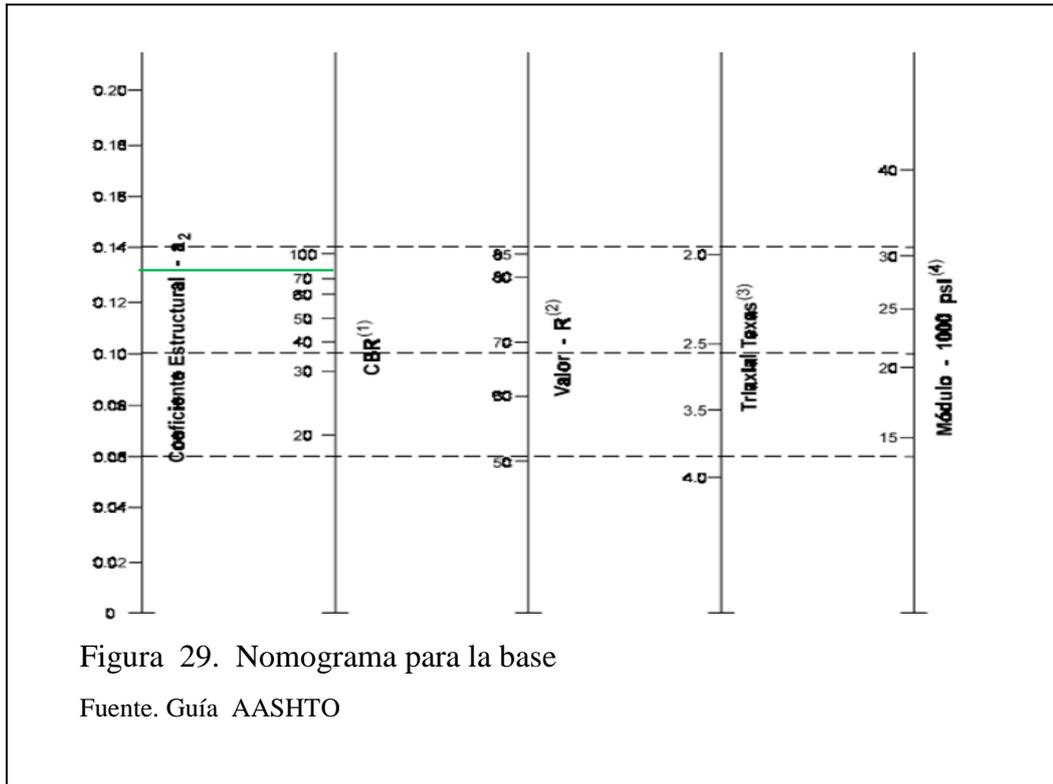
$$M_r = 2555 * 30^{0,64}$$

$$M_r = 22529.30 \text{ PSI}$$

## Base

El CBR de la base se tomó de acuerdo a las especificaciones M.O.P el cual establece un C.B.R mínimo de 80%.

Para determinar el módulo resiliente y el coeficiente estructural  $a_2$  de la base se utilizará el nomograma de AASHTO señalando el C.B.R de 80 % como se indica en la figura:



Para el CBR de 80% se obtuvo del nomograma un coeficiente estructural ( $a_2$ ) de 0.134

El método AASHTO 2002 propone una fórmula general de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR como se indica a continuación:

$$Mr = 2555 \text{ CBR}^{0.64}$$

$$Mr = 2555 * 80^{0.64}$$

$$Mr = 42205.4 \text{ PSI}$$

## Capa de rodadura

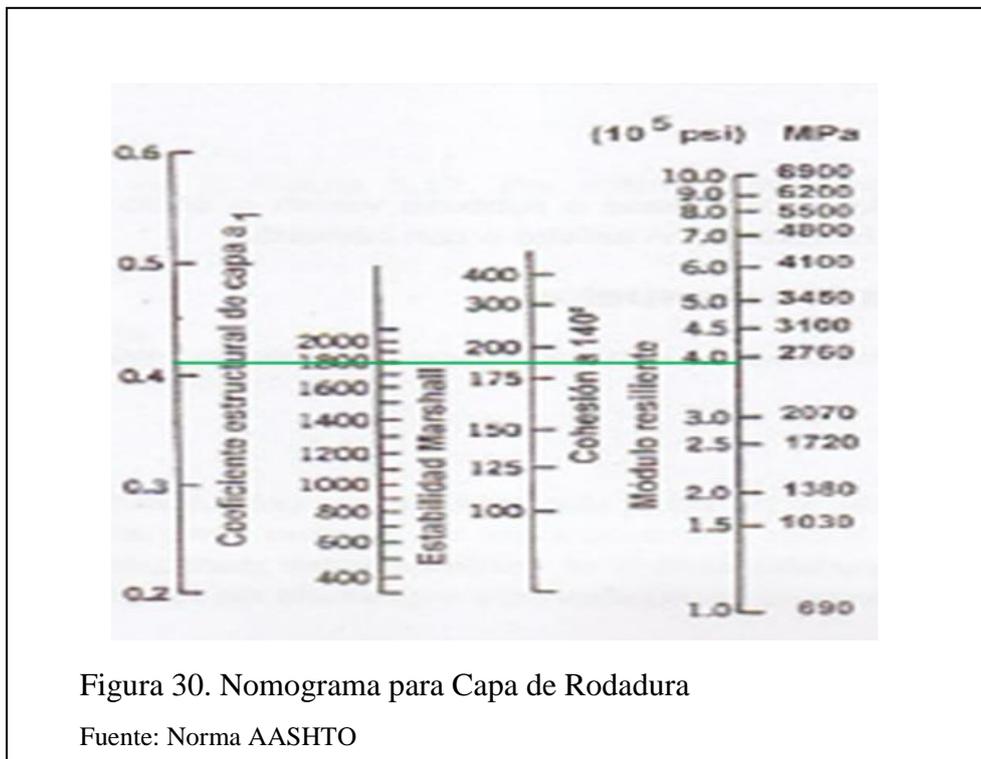
Las mezclas asfálticas de granulometría cerrada u semicerrada deberán cumplir con los requisitos especificados de acuerdo a los ensayos del método Marshall (MOP-001- f - 2002) como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 63. Criterios del control de calidad de mezclas asfálticas

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Mediano		Liviano	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Criterios Marshall								
No.de golpes/capa	75		75		50		50	
Estabilidad (lb)	2200	....	1800	....	1200	...	1000	2400
Flujo (in/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
*Capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
*Capa intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
*Capa de base	3	9	3	9	3	9	3	9

Fuente: Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Tomando en cuenta que el diseño de pavimentos se realiza en base al tráfico pesado, se obtiene de la tabla anterior una estabilidad de 1800 lb, la cual se utilizará en el monograma para determinar el coeficiente estructural (a1).



Del nomograma se obtuvo un coeficiente estructural (a1) de 0.41 y el módulo dinámico de  $3.85 \times 10^5$  PSI.

- **Espesores mínimos en función del tránsito**

No es práctico ni económico colocar capas de un espesor menor que el mínimo requerido. Además las capas de un cierto espesor por encima de un mínimo son más estables.

El número de ESALS para el proyecto fue calculado anteriormente en el capítulo del tráfico y se obtuvo  $NT = 1318869$  **Ejes Equivalentes de 8.2 Ton**, con este en la siguiente tabla se determinará los espesores mínimos del concreto asfáltico y la base granular.

Tabla 64. Espesores mínimos del concreto asfáltico y base granular

Número de ESALS	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50.000	2.5 cm	10 cm
50.000 - 150.000	5.0 cm	10 cm
150.000 - 500.000	6.5 cm	10 cm
500.000 - 2000.000	7.5 cm	15 cm
2.000.00 - 7.000.00	9.0 cm	15 cm
Mas de 7.000.00	10.0 cm	15 cm

Fuente: Diseño de pavimentos (ASSHTO – 93) y DIPAV- 2

Para el proyecto se asumen los siguientes espesores mínimos: para concreto asfáltico de 7,5 cm, para la base granular de 15 cm y para la sub base el doble de la base en este caso de 30 cm.

- **Determinación del número estructural**

El número estructural o SN es un indicador adimensional de la estructura requerida por un pavimento para ofrecer la calidad de servicio prevista durante el periodo de diseño establecido. (Elmer, 1993, pg.163-165)

En la siguiente ecuación AASHTO para pavimentos flexibles se realizó la igualdad asumiendo diferentes valores para el número estructural (SN)

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{\frac{0.40 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}}} + 2.32 \text{Log}_{10} M_r - 8.07$$

**Datos de la ecuación:**

**ΔPSI:** 1.7

**W<sub>18</sub>:** 1.3188 x 10<sup>6</sup>

**Zr:** -1.282

**So:** 0.5

**Mr:** 15233.77 PSI

**SN:** VALOR A CALCULAR

**Cálculo:**

$$\begin{aligned} \log(1318869) = & -1.282 * 0.50 + 9.36 * \log_{10}(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{1.7}{4.2-1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5.19}}} \\ & + 2.32 * \text{Log}_{10}(15233.77) - 8.07 \end{aligned}$$

Después de varias iteraciones se determinó el número estructural **SN= 2.85**

**6.12 = 6.12 CUMPLE**

Una vez obtenido el número estructural **SN** para la sección estructural del pavimento, utilizando la ecuación general básica de diseño, donde se involucraron los parámetros (tránsito, Z<sub>r</sub>, S<sub>o</sub>, M<sub>r</sub>, Δpsi), se requiere ahora determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original.

Esta ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, (carpeta, base y subbase).

Con los espesores mínimos de las capas anteriormente descritos se calculará el número estructural ( $SN^*$ ) el cual está en función de los coeficientes estructurales y coeficientes de drenaje mediante la siguiente ecuación:

$$SN^* = (a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3) / 2.54$$

$$SN^* = (0.41 * 7.5 + 0.134 * 15 * 0.8 + 0.11 * 30 * 0.8) / 2.54$$

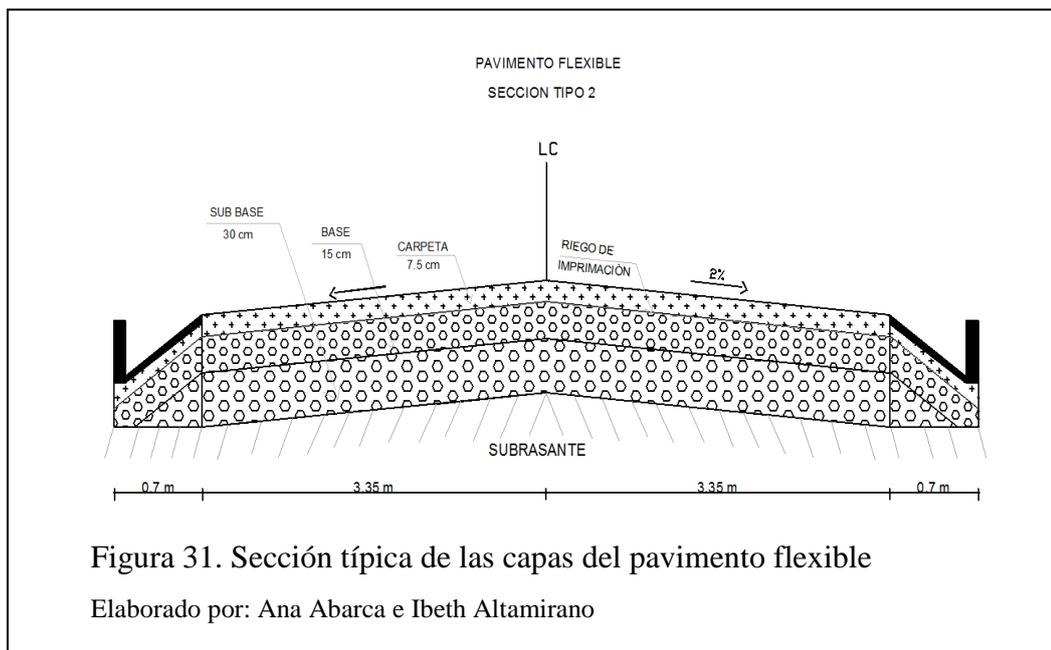
$$SN^* = 3.04$$

$$SN^* > SN$$

**3.04 > 2.85 CUMPLE**

En el caso que no hubiera cumplido que  $SN^* > SN$  se deberá asumir nuevos espesores hasta que cumpla esta relación.

Finalmente los espesores obtenidos para la estructura del pavimento flexibles serán:



### 5.6.2 Diseño del pavimento rígido.

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos parámetros como son la desviación estándar, el espesor de la losa pavimento, pérdida de serviciabilidad, módulo de rotura a flexión del hormigón, coeficiente de transferencia de cargas, coeficiente de drenaje, módulo de elasticidad del hormigón y módulo de reacción de la subrasante. Todos estos parámetros son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento.

La ecuación AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\begin{aligned} \log W_{18} = z_R s_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} \\ + (4.22 - 0.32 p_t) \log \left[ \frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left( D^{0.75} - 18.42 \left( \frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right] \end{aligned}$$

#### Donde:

**W<sub>18</sub>:** Número de cargas de 18 kips (8.2 Ton) previstas

**Z<sub>r</sub>:** Desviación normal

**S<sub>o</sub>:** Desviación estándar

**D:** Espesor de la losa del pavimento, en pulg.

**ΔPSI:** Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño

**P<sub>t</sub>:** Serviciabilidad final

**S<sub>c</sub>':** Módulo de rotura a flexión del hormigón, en PSI (carga a los tercios medios)

**J:** Coeficiente de transferencia de cargas.

**C<sub>d</sub>:** Coeficiente de drenaje

**E<sub>c</sub>:** Módulo de elasticidad del hormigón en psi

**K:** Módulo de reacción de la subrasante (Coeficiente de Balasto) en PSI/ pulg

## **Variables de diseño**

El método AASHTO considera las siguientes variables que se describen a continuación:

- **Período de diseño**

La determinación del periodo de diseño se encuentra descrita en la tabla 54 del diseño del pavimento flexible.

Para el proyecto se asumió un periodo de diseño de 20 años.

- **Confiabilidad (R )**

La confiabilidad se encuentra descrita en la tabla 55 del diseño del pavimento flexible.

Para el diseño se utilizó un valor de confiabilidad del 90 %.

- **Desviación normal (Zr)**

Este valor se adopta en función al porcentaje de confiabilidad como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 65. Coeficiente normal de desviación estándar

% de confiabilidad	Desviación normal
50	0
60	0,253
70	0,524
75	0,674
80	0,814
85	1,037
90	1,282
91	1,34
92	1,405
93	1,476
94	1,555
95	1,645
96	1,751
97	1,881
98	2,054
99	2,327
99,9	3,09
99,99	3,75

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

En base a la confiabilidad adoptada del 90% se tiene una desviación normal de 1.282.

- **Desviación estándar (So)**

Para la desviación estándar la guía AASHTO recomienda valores límites para los dos tipos de pavimentos, como se indica a continuación:

Tabla 66. Valores de la desviación estándar para los dos tipos de pavimento

Condición de diseño	Desviación estándar (So)	
	Pavimento rígido	Pavimento flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,3	0,4
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0,4	0,5

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

La desviación estándar para el pavimento rígido se asume de 0.4

### **Serviciabilidad (PSI)**

#### **Serviciabilidad Inicial (Po)**

La norma AASHTO establece para pavimentos rígidos utilizar un valor inicial de 4.5.

#### **Índice de serviciabilidad final (Pt)**

El índice de serviciabilidad final se produce cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

Dependiendo del tipo de vía se obtiene el valor de la serviciabilidad final como se indica a continuación:

Tabla 67. Índice de serviciabilidad final

PT	Clasificación
3,00	Autopistas
2,50	Vías colectoras
2,25	Calles comerciales e industriales
2,00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993

A continuación se indica los valores de serviciabilidad inicial y final para el pavimento rígido.

Tabla 68. Índice de serviciabilidad para pavimento Rígido

Serviciabilidad (PSI)	Pavimento rígido
Inicial (Po)	4,5
Final (PT)	2,5

Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993.

- **Perdida del índice de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

La pérdida del índice de serviciabilidad para pavimento rígido es igual a la serviciabilidad inicial menos la serviciabilidad final.

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

$$\Delta PSI = 4.5 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 2$$

- **Capacidad de drenaje (Cd)**

Para el diseño del pavimento rígido se usan los coeficientes de drenaje (Cd) que ajustan la ecuación de diseño que considera la resistencia de la losa, las tensiones y condiciones de soporte como se indica en la siguiente tabla: (Elmer, 1993, pg.185)

Tabla 69. Porcentajes de tiempo en función de la calidad del drenaje y de la humedad

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,1
Bueno	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,0
Regular	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,9
Pobre	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,8
Muy Pobre	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,7

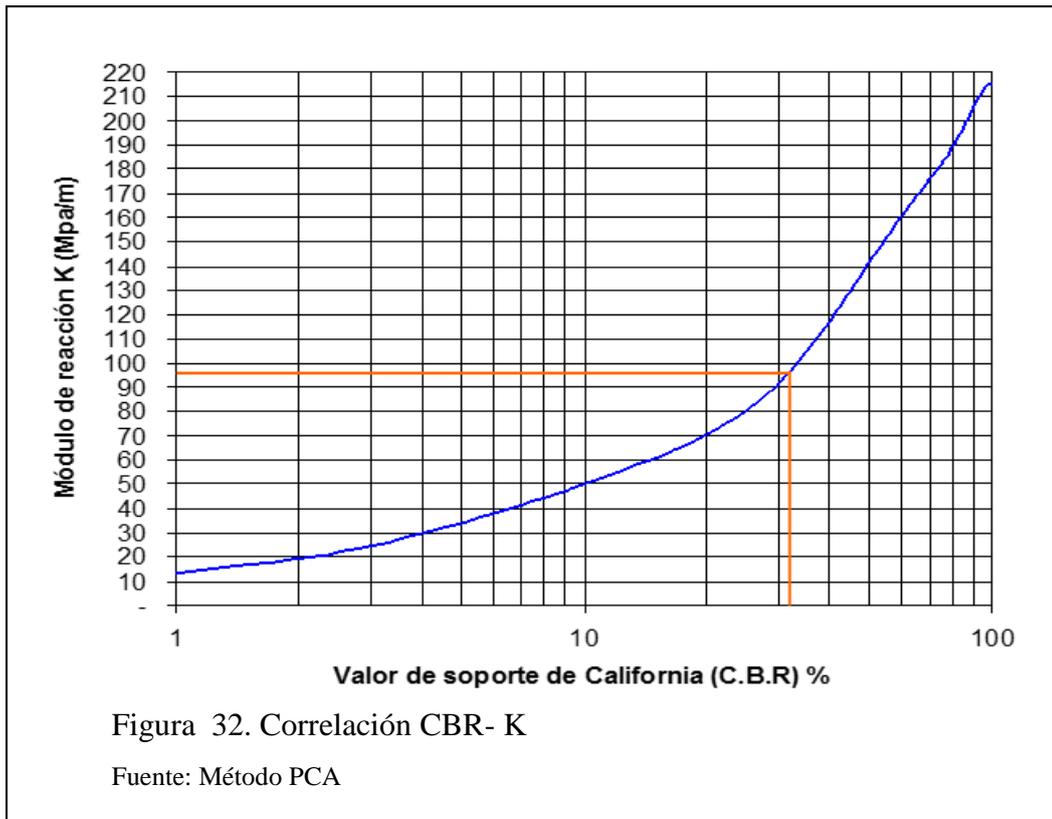
Fuente: Guía de pavimentos AASHTO 1993

De la tabla se tiene que el coeficiente de drenaje (Cd) para la sub base igual a 0.9.

- **Determinación del módulo de reacción de la subrasante K**

El módulo de reacción (k) representa el soporte del terreno (natural o terraplén) y puede ser incrementado con la construcción de una capa de sub base o base si es necesario. (Elmer, 1993, pg.184)

Para determinar el módulo de reacción de la subrasante K se lo realizó mediante la correlación CBR- K por medio de la siguiente figura como se indica a continuación:



Con un CBR = 32 se obtuvo un módulo de reacción de la subrasante  $K=95 \text{ MPa/m}$ .

Para la determinación del módulo de reacción de la subrasante mejorado por el efecto de una capa de sub base se aplica la siguiente tabla:

Tabla 70. Modulo k de subbase / subrasante

Módulo K subrasante		Módulo K de Subbase/subrasante							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci	Mpa/m	pci
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	180	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

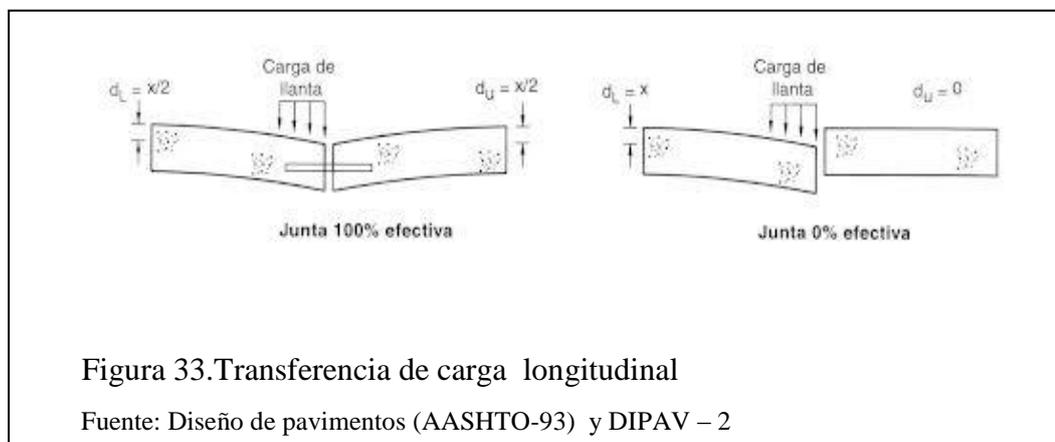
Fuente: Método PCA.

El método PCA considera un módulo de reacción de la subrasante k máximo de 80 Mpa/ m, el cual se mejora mediante la colocación de la sub base.

Sin embargo, en el proyecto con un CBR de 32 % y un módulo de reacción  $k=95$  Mpa/m no se debería colocar sub-base; pero por funcionalidad, uniformidad y apoyo la Guía AASHTO recomienda una capa mínima de subbase de 15 cm.

- **Coefficiente de transferencia de carga (J)**

El concepto de transferencia de cargas de las juntas transversales, se refiere a la capacidad de una losa de transferir una parte de su carga a la losa vecina. De este modo, una junta con el 100 % de transferencia de carga será aquella que transfiera la mitad de su carga a la losa vecina, reduciendo por tanto sus tensiones del borde según se muestra: (Elmer, 1993, pg.185)



Para el rango de coeficientes de carga, mayores coeficientes deben ser usados con valores bajos del coeficiente de balasto (K); altos coeficientes térmicos y mayores variaciones de temperatura. La siguiente tabla provee recomendaciones para la selección de coeficientes de transferencia de carga.

Tabla 71. Coeficientes de transferencia de carga

Banquina	Concreto asfáltico		Hormigón vinculado a calzada	
	Sí	No	Sí	No
Mecanismos de transferencia de carga				
Tipo de pavimento				
Hormigón simple o armado con juntas	3,2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
Hormigón armado continuo	2.9 -3.2	-----	2.3-2.9	-----

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO-93) y DIPAV – 2

Para el proyecto se asume un hormigón simple con juntas y vinculado a la calzada; por lo que se estima un valor de coeficiente de transferencia de carga **J = 3.1**

- **Módulo de elasticidad del hormigón (Ec)**

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir las cargas que tiene una losa de pavimento.

Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del hormigón.

Al conocer que el material pétreo de las minas del chasqui son producto de una erupción volcánica que se produjo en los años 1877 y 1904 se determina que este material es de origen ígneo, con este tipo de origen se adopta la fórmula del modulo de elasticidad.

Tabla 72. Módulo de Elasticidad del Hormigón (Ec)

Tipo de agregado y origen	Módulo de Elasticidad (Ec) (kg/cm <sup>2</sup> )
Grueso-Ígneo	$17500*(f_c)^{0.5}$
Grueso- Metamórfico	$15000*(f_c)^{0.5}$
Grueso- Sedimentario	$11500*(f_c)^{0.5}$
Sin Información	$12500*(f_c)^{0.5}$

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO-93) y DIPAV - 2

La ecuación del Módulo de elasticidad para el agregado grueso- ígneo

$$E_c = 17500 * \sqrt{f'c}$$

- Para  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 17500 * \sqrt{350}$$

$$E_c = 327395.02 \text{ Kg/cm}^2$$

- Para  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 17500 * \sqrt{300}$$

$$E_c = 303108.89 \text{ Kg/cm}^2.$$

- **Módulo de rotura del hormigón (S'c)**

También llamado resistencia media al flexo-tracción. La guía AASHTO facilita una tabla en la cual se puede observar valores del módulo de rotura del hormigón en función del tipo de pavimento como se indica a continuación:

Tabla 73. Resistencia Media a la Flexo-tracción (S'c)

Tipo de pavimento	Resistencia Media a la Flexo-tracción (S'c)	
	kg/cm2	Psi
Autopistas	48,0	682,70
Carreteras	48,0	682,70
Zonas Industriales	45,0	640,10
Urbanas Principales	45,0	640,10
Urbanas Secundarias	42,0	597,40
	40,0	568,00

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO-93) y DIPAV – 2

En el diseño del espesor de la losa de hormigón se realizará para las resistencias al flexo – tracción de 40, 42 y 45.

### **Determinación del espesor de la losa**

Para la determinación del espesor de la losa del pavimento rígido se la realizará mediante la igualdad de la siguiente ecuación.

$$\text{Log}W_{18} = z_R s_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}}{1 + \frac{1.625 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 p_t) \log \left[ \frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left( D^{0.75} - 18.42 \left( \frac{k}{E_c} \right)^{0.25} \right)} \right]$$

**Datos:**

**Log W<sub>18</sub>**= 6.12

**Z<sub>r</sub>**= 1.282

**S<sub>o</sub>**= 0.4

**P<sub>t</sub>**= 2.5

**ΔPSI**= 2

**C<sub>d</sub>**= 0.9

**L<sub>s</sub>**= 1

**J**= 3.1

**K**= 95

**D**= variable a calcular

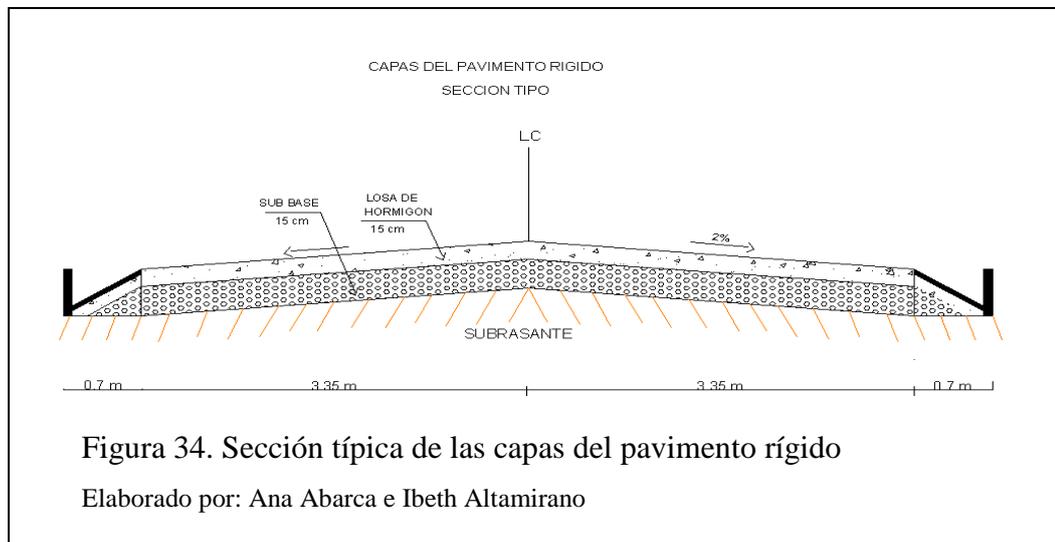
Después de realizar varias iteraciones sin considerar el espesor del mejoramiento (subbase) se obtuvo los espesores máximos y mínimos de losa de hormigón.

Tabla 74. Espesores máximos y mínimos de la losa de hormigón sin sub base

f <sup>o</sup> c	S <sup>o</sup> c (PSI)	E <sub>c</sub> (PSI)	Espesores (pulg)	Espesor constructivo (cm)	Espesores (cm)	Espesor constructivo (cm)
300	40	568,8	4310208	5,65	14,35	15
	42	597,4		5,47	13,89	
	45	640,1		5,25	13,34	
350	40	568,8	4655557	5,7	14,48	15
	42	597,4		5,52	14,02	
	45	640,1		5,28	13,41	

Fuente: Diseño de pavimentos (AASHTO-93) y DIPAV – 2

El espesor de la losa del pavimento rígido será de 15 cm y de una resistencia a la compresión de 350 kg/cm<sup>2</sup>, como se indica en la siguiente figura.



### 5.6.3 Diseño de juntas por el método PCA.

En el diseño de juntas está comprendida la determinación de espaciamiento de juntas longitudinales y transversales, transferencia de cargas, construcción de las juntas y materiales de sellado.

#### Tipos de juntas

Las juntas permiten la contracción y expansión del pavimento, lo cual libera detenciones a la losa.

Básicamente existen 2 tipos de juntas:

#### Juntas transversales

- **De contracción.**

Transversales al eje del camino, espaciadas para controlar los agrietamientos provocados por efectos de contracción como por cambios de temperatura y humedad.

- **De construcción.**

Son colocadas al finalizar los trabajos de un día o por interrupción de los trabajos por algún motivo.

- **De expansión/aislamiento.**

Juntas que se colocan para permitir el movimiento de las losas del pavimento sin que esto ocasione daño a las estructuras adyacentes.

### Juntas longitudinales

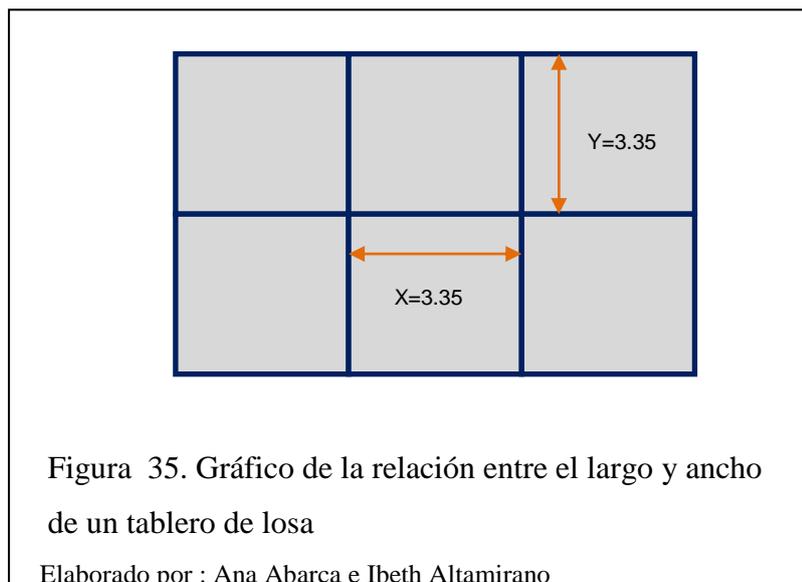
- **De contracción.**

Juntas que dividen los carriles en el sentido de circulación y con ellas se controlan la grieta de dos o más carriles colados en una sola franja.

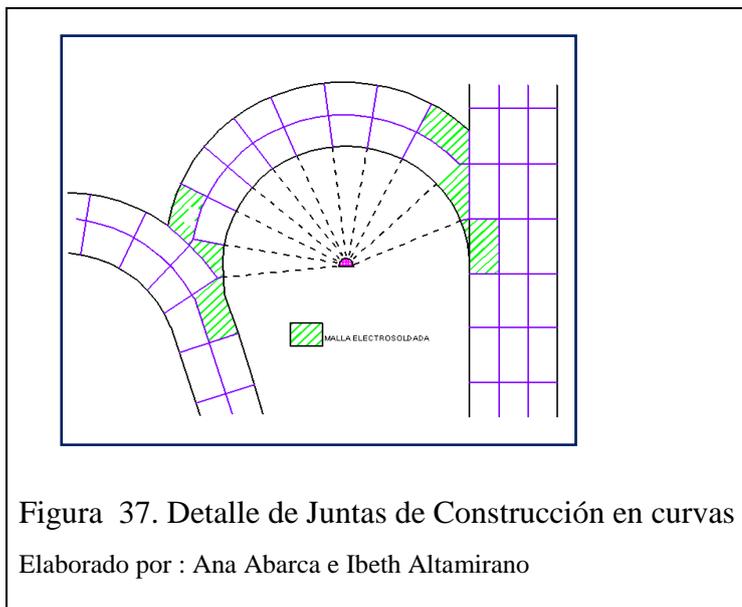
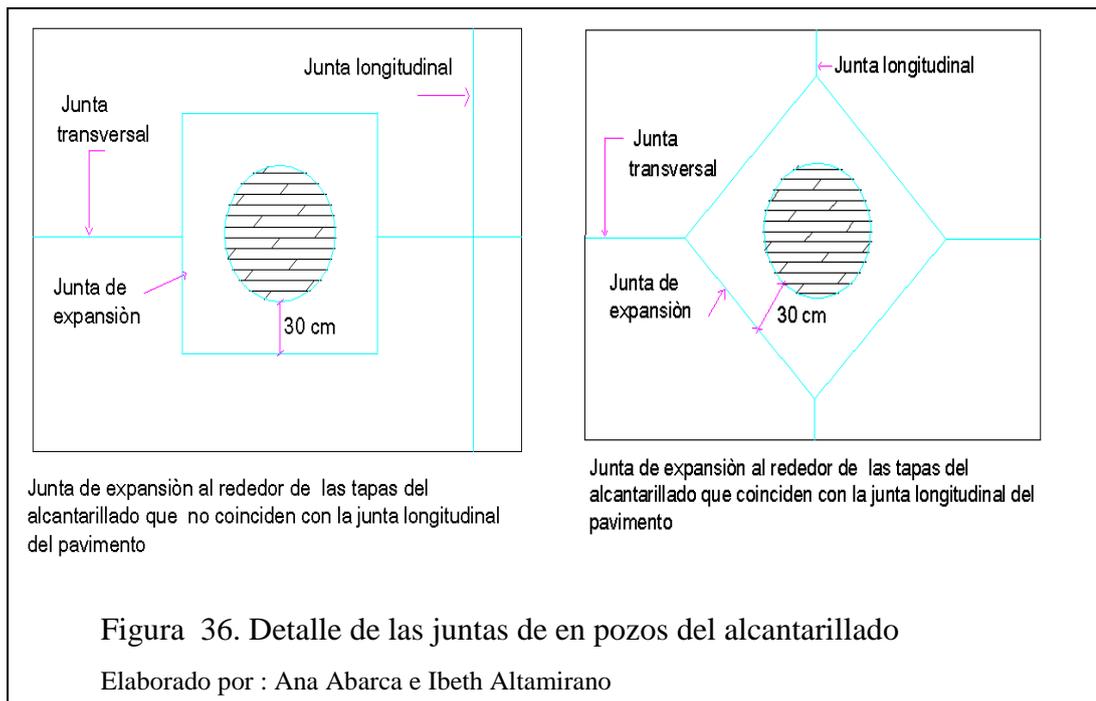
- **De construcción.**

Son juntas que unen a carriles adyacentes cuando serán colados en tiempos diferentes.

En el proyecto se utilizara las juntas transversales de contracción y juntas longitudinales de construcción como se indica a continuación.



## Detalle de las juntas de en pozos del alcantarillado



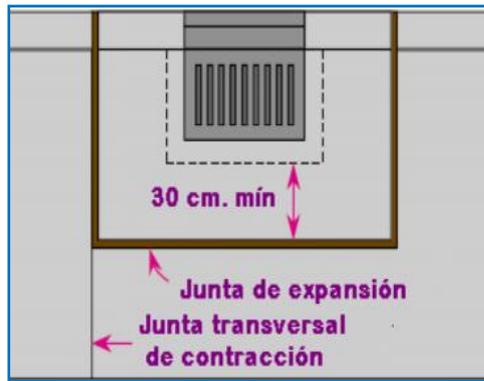


Figura 38. Juntas de expansión alrededor del sumidero

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### Profundidad de la junta

La profundidad de las juntas longitudinales y transversales debe ser tal que asegure que la fisura tendrá lugar en ese sitio.

La profundidad de las juntas deberá ser:

Juntas longitudinales y transversales =  $1/3$  espesor de la losa

Juntas longitudinales y transversales =  $0.3333 * 15 = 5 \text{ cm}$

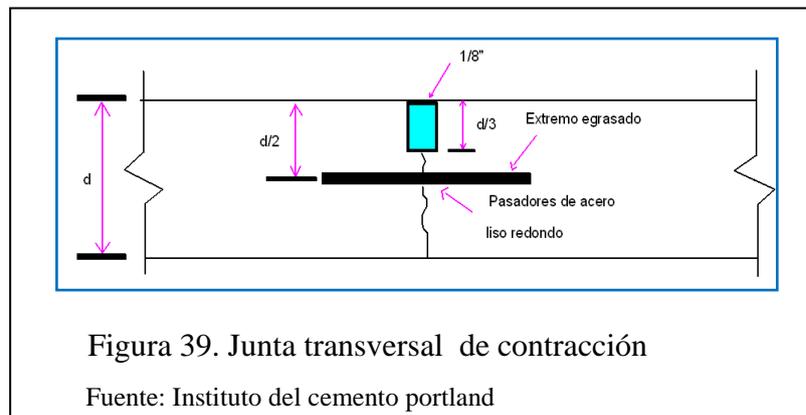


Figura 39. Junta transversal de contracción

Fuente: Instituto del cemento portland

Estas juntas pueden hacerse por aserrado, colocando moldes metálicos o plásticos o formando juntas.

La manera más común de hacer juntas es por aserrado y es la más efectiva, la parte crítica de este método es elegir bien el momento en que será ejecutado porque si un aserrado se ejecuta muy pronto puede provocar un desportillamiento del hormigón en las juntas y un aserrado muy tardío producirá fisuras por la retracción del hormigón.

- **Espaciamiento de juntas**

**Junta longitudinal**

El espacio entre junta y junta longitudinal es igual al ancho del carril que tiene un valor de 3,35 m.

**Junta transversal**

El espacio considerado entre las juntas transversales es de 3,35 m lo cual equivale a 131.89 pulg y este valor debe cumplir la siguiente ecuación.

$$L \text{ (Pulg)} \leq 24 * h \text{ (espesor de la losa)}$$

$$L \text{ (Pulg)} \leq 24 * 5,9 \text{ (espesor de la losa)}$$

$$L \text{ (Pulg)} \leq 141,7 \text{ (espesor de la losa)}$$

$$131.89 < 141,7 \text{ cumple}$$

- **Requisitos mínimos para pasadores de acero en juntas de pavimentos se indica en la siguiente tabla:**

Tabla 75. Diámetro, longitud y separación en función del espesor de la losa del pavimento

Espesor del pavimento (cm)	Diámetro del pasador (pulg)	Longitud total (cm)	Separación (cm)
10	1/2	25	30
11 -13	5/8	30	30
14 -15	3/4	35	30
16 -18	7/8	35	30
19 - 20	1	35	30
21 -23	1 1/8	40	30
24 -25	1 1/4	45	30
26 -28	1 3/8	45	30
29 - 30	1 1/2	50	30

Fuente : Método PCA

El diámetro del pasador a utilizar es del  $\frac{3}{4}$  pulg = 20 mm con una longitud de 35 cm con separación de 30 cm correspondiente a un espesor de la losa = 15 cm.

A continuación se realizará el cálculo para comprobar el diámetro del pasador utilizando la fórmula del nomograma ASSHTO 1993.

**Datos:**

L= longitud de la losa = 11 pies

F= factor de fricción el cual depende del tipo de material que se encuentra bajo la losa como se indica a continuación:

Tabla 76. Factor de fricción de acuerdo al tipo de material bajo la losa

Tipo de material bajo la losa	Factor de fricción (fa)
Tratamiento superficial	2,2
Estabilización con cal	1,8
Estabilización con asfalto	1,8
Estabilización con cemento	1,8
Grava de río	1,5
Piedra triturada	1,5
Arenisca	1,2
Subrasante natural	0,9

Fuente: Libro del Ing. Fernando Sánchez Sabogal

$f_s$ = esfuerzo admisible del acero = 42000 psi = 42 ksi

$P_s$ = diámetro de acero requerido para el pasador.

Con estos datos se procede a calcular el porcentaje de acero a través de la siguiente fórmula como se indica a continuación:

$$P_s = \frac{LF}{2f_s} * 100$$

$$P_s = \frac{11 \times 1.5}{2 \times 42} * 100$$

$$P_s = 19.64 = \text{diámetro de la varilla}$$

Con este diámetro calculado se demuestra que el valor adoptado de la tabla del PCA es el apropiado, además, cabe indicar que este diámetro de varilla se utilizara para los pasadores transversales y longitudinales.

El plano de detalle de los dos tipos de pavimento se encuentra en el anexo 18.

#### **5.6.4 Especificaciones técnicas MOP - 001-F 2002**

##### **Pavimento flexible**

###### **Subrasante**

La compactación alcanzada deberá ser como mínimo el 95% de la densidad máxima definida en el ensayo Proctor Modificado.

La obra se medirá por superficie en metros cuadrados del área de la subrasante conformada y compactada.

###### **Sub base**

La densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Optima y Densidad Máxima.

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 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 máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el fiscalizador medidos en sitio después de la compactación. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.242)

### **Base**

Se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado.

La densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima del Proctor modificado.

El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.252)

**Riego de imprimación:** El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido emulsiones asfálticas los que deben presentar un aspecto homogéneo y estar exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se los caliente a la temperatura de empleo.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 °C. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS- 1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m<sup>2</sup>. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.280)

**Medición de la cantidad de asfalto:** el asfalto usado en el riego de imprimación se paga usualmente por litro (galón).

Esto significa que debe medirse el contenido del distribuidor antes y después de la operación de roseado. La diferencia entre la primera y segunda lectura indica la cantidad de material aplicada a la vía.

**Hormigón asfáltico:** “El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100.”(Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.298)

**Mezcla en caliente:** Se realizará una serie de 3 extracciones de núcleos como mínimo cada 10.000 m<sup>2</sup> o por cada 1.000 toneladas de mezcla para la carpeta de rodadura; para comprobar la densidad en el sitio se harán por lo menos 15 determinaciones de densidades por medio de un densímetro nuclear cada 10.000 m<sup>2</sup> o por cada 1.000 toneladas de carpeta de rodadura.(Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.308)

**Densidad:** La densidad de la mezcla compactada está definida como su peso unitario (el peso de un Volumen específico de la mezcla).

La densidad es una característica muy importante debido a que es esencial tener una alta densidad en el pavimento terminado para obtener un rendimiento duradero.

La densidad es calculada al multiplicar la gravedad específica total de la mezcla por la densidad del agua (1000 kg/m<sup>3</sup>). La densidad obtenida en el laboratorio se convierte la densidad patrón, y es usada como referencia para determinar si la densidad del pavimento terminado es, o no, adecuada.

Las especificaciones usualmente requieren que la densidad del pavimento sea un porcentaje de la densidad del laboratorio. La obra se medirá por superficie en metros cuadrados del área de la subrasante conformada y compactada.

**Fórmula maestra:** Antes de iniciar la preparación de hormigón asfáltico para utilizarlo en obra, el Contratista deberá presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo.

La fórmula maestra establecerá:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, inclusive el relleno mineral y aditivos para el asfalto si se los utilizare.
- 3) La temperatura que deberá tener el hormigón al salir de la mezcladora
- 4) La temperatura que deberá tener la mezcla al colocarla en sitio. La obra se medirá por superficie en metros cuadrados del área de la subrasante conformada y compactada. (Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.295)

**Porcentaje de asfalto:** La proporción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlada con precisión en la obra.

El contenido óptimo de asfalto de una mezcla depende, en gran parte, de las características del agregado tales como la granulometría y la capacidad de absorción.

La granulometría del agregado está directamente relacionada con el contenido óptimo del asfalto. Entre más finos contenga la graduación de la mezcla, mayor será

el área superficial total, mayor será la cantidad de asfalto requerida para cubrir, uniformemente, todas las partículas.

**Las briquetas en campo:** Se recomienda que el diámetro del espécimen cilíndrico sea al menos igual a cuatro veces el tamaño máximo del agregado, además se debe obtener por lo menos tres proporciones aproximadamente iguales seleccionadas al azar.

Se recomienda que el espesor de los especímenes sea al menos una vez y media el tamaño máximo del agregado.

La extracción de los especímenes tomados del pavimento deberá hacerse con taladro saca-núcleos, o mediante otros métodos apropiados.

## **Pavimento rígido**

### **Subrasante**

La compactación alcanzada deberá ser como mínimo el 95% de la densidad máxima definida en el ensayo Proctor Modificado.

La obra se medirá por superficie en metros cuadrados del área de la subrasante conformada y compactada.

### **Sub base**

La densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima.

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 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 máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

### **Pavimento de hormigón de cemento portland**

“La losa de hormigón se construirá sobre una sub rasante conformada y compactada o sobre una sub base. Podrá ser construida empleando moldes laterales fijos o deslizantes, a opción del contratista.”(Ministerio de Obras Publicas, 2002, pg.280)

**Tiempo:** El mezclado en planta central cumplirá con los requisitos para mezclado en obra. Si se usa para el transporte del hormigón una mezcladora de tambor giratorio, del tipo cerrado y hermético, el tiempo inicial del mezclado en planta central podrá reducirse a 50 segundos y completarse el proceso durante el transporte.

**Mezclado y transporte del hormigón para pavimentos:** El tiempo de mezclado en planta central o en la obra no será menor de 50 segundos ni mayor de 3 minutos. Cualquier carga mezclada por un tiempo menor del mínimo mencionado será desechada fuera de la obra.

**Transporte de la mezcla:** La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1,5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación

El hormigón que haya sido mezclado en una planta central será transportado a la obra en camiones agitadores o mezclador sobre camión. El tiempo transcurrido desde el momento en que se agregue el agua a la mezcla hasta que se coloque el hormigón en la obra no deberá pasar de 60 minutos. Se permitirá agregar agua a la mezcla y efectuar el mezclado adicional correspondiente, cuando esto sea necesario para lograr

una mezcla con la consistencia especificada, siempre y cuando se lo efectúe dentro de los 45 minutos después de haberse iniciado el mezclado original.

La mezcla, al momento de colocarla en la obra, deberá fluctuar entre los 10 y 26 grados centígrados.

**Puesto en obra:** El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos

**Curado del hormigón:** Todo hormigón debe ser curado para períodos de cuatro (4) días. El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica.

**Resistencia:** Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse por lo menos dos especímenes de ensayo (cilindros o vigas) elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Un ensayo será el resultado del promedio de las resistencias de los especímenes ensayados a la edad especificada. Si un espécimen muestra evidencia de baja resistencia con respecto a los demás, debido a un muestreo, manejo, curado o ensayo inadecuados, se debe descartar y la resistencia de los especímenes restantes será considerada como resultado del ensayo.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de hormigón, deberá tomarse al menos una vez diaria, y una vez por cada 150 m<sup>3</sup> de hormigón o por cada 500 m de superficie fundida.

El asentamiento se realiza utilizando el cono de Abram, es el ensayo que se realiza al hormigón en su estado fresco, para medir su consistencia ("fluidez" del hormigón).

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla –pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Una vez levantado el molde se mide inmediatamente la disminución de altura del hormigón moldeado respecto al molde, aproximando a 0,5 cm. La medición se hace en el eje central del molde en su posición original.

De esta manera, la medida del asiento permite determinar principalmente la fluidez y la forma de derrumbamiento para apreciar la consistencia del hormigón.

**Toma de muestras:** Para los ensayos de resistencia a la compresión debe utilizarse probetas cilíndricas con altura igual a dos veces su diámetro, estas probetas cilíndricas por lo general son de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura.

Las probetas prismáticas o vigas usadas para determinar la resistencia a la tracción por flexión son comúnmente de sección transversal cuadrada de 150 mm de lado y una longitud de 500 mm.

Las muestras para los ensayo de resistencia del concreto a la compresión debe tomarse no menos de 8 muestras por cada día, cada 120 m<sup>3</sup> de concreto, o por cada 500 m<sup>2</sup> de superficie de losa. Cabe indicar que dos muestra servirá de testigo del contratista.

Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse por lo menos dos cilindros o vigas elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Las muestras para los ensayos de resistencia, deberán tomarse una vez por cada 150 m<sup>3</sup> de hormigón o por cada 500 m<sup>2</sup> de superficie fundida.

Una vez obtenidas las probetas, estas deben ser colocadas en sitios seguros de la obra, y los moldes deben ser tapados con plástico para evitar la pérdida de humedad del hormigón y deben ser desencofradas en un tiempo no menor de 48 horas, estas probetas deben permanecer en cámaras de agua (curado) por el tiempo mínimo de 28 días en cambio el curado de las probetas prismáticas o vigas debe hacerse en las mismas condiciones que las cilíndricas, pero no menos de 20 horas de la rotura deben curarse en agua saturada con cal.

Se ensayaran dos muestras a los siete, catorce y veinte y ocho días para la determinación de la resistencia del hormigón a compresión y una muestra a los 28 días para determinar la resistencia a la tracción por flexión.

**Aditivos:** Para el uso de cualquier aditivo específico, será obligatorio que el Fiscalizador dé su autorización escrita. Los principales casos en los que puede ser conveniente el emplear un aditivo serán:

- a) Cuando las especificaciones de la construcción de la obra lo establezcan.
- b) Cuando lo solicite el Contratista, para satisfacer las condiciones de trabajo.
- c) Cuando el laboratorio lo proponga, para corregir deficiencias observadas en los materiales disponibles o para satisfacer requisitos especiales de construcción.

**Juntas:** Se debe confirmar por una inspección visual que el sellante cumpla con las propiedades requeridas, para la instalación, en su tamaño, configuración.

**Relleno de juntas:** Los materiales de relleno preformados de tipo bituminoso consistirán de una masilla asfáltica formada y encajada entre dos capas impregnadas de filtro bituminoso.

**Acero de refuerzo (pasadores):** Todas las barras de refuerzo, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido, aceite, grasas y, en general, impurezas o contaminantes que puedan afectar su perfecta adherencia al hormigón.

Cada paquete de acero se identificará en el lugar de aprovisionamiento con una tarjeta metálica, que señale el número del lote, clase y diámetro de las barras.

**Lubricados:** Antes de su instalación los pasadores deben ser recubiertos la mitad de su longitud con material lubricante para de esta forma se impida la adherencia del acero con el concreto, el recubrimiento debe ser colocado de manera que se forme una película de lubricación delgada y uniforme sin presentar acumulaciones.

## Proceso constructivo

### Recepción del concreto en obra

- Se debe verificar que el proyecto esté listo para iniciar la colocación del concreto en cuanto llegue el primer mixer. Se debe pedir un tiempo suficiente para realizar la colocación adecuada del concreto en cada viaje, no se debe permitir que se acumule los mixer en la entrada de la obra.
- De cada mixer se deberá medir el asentamiento y la temperatura del concreto verificando que cumpla con las especificaciones.
- La descarga de cada mixer se deberá realizar en el menor tiempo posible evitando excederse 30 minutos.



Figura 40. Recepción del concreto en obra

Fuente: Imágenes Google

**Vibrado:** El vibrado del concreto para pavimentos es muy importante porque permite que las partículas se acomoden de manera homogénea reduciendo los vacíos en la mezcla.

El pavimento de hormigón se mantendrá a una temperatura no menor de 4 grados centígrados por el lapso de 72 horas.

El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica.

En los pavimentos de concreto hidráulico terminados la supervisión está obligada a efectuar las siguientes verificaciones:

- La superficie acabada no podrá presentar irregularidades mayores de tres milímetros (3mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja la Supervisión.
- La resistencia a flexo-tracción a los 28 días, no será menor que la resistencia de diseño.
- La verificación del espesor la efectuará el contratista cada trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m<sup>2</sup>) o fracción, debiendo extraerse al menos dos (2) testigos cilíndricos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán después de transcurridos siete (7) días desde la colocación del concreto.
- Si el espesor promedio de los dos (2) testigos resulta inferior al espesor teórico de diseño en más de quince milímetros (15 mm), se extraerán cuatro (4) testigos adicionales. De persistir la deficiencia, el Fiscalizador definirá las acciones a tomar.

Todas las barras de refuerzo, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido, aceite, grasas y, en general, impurezas o contaminantes que puedan afectar su perfecta adherencia al hormigón.

**Protección del hormigón a edades tempranas:** El hormigón necesita ser protegido durante los primeros 90 minutos posteriores a la fabricación, al fin de evitar los siguientes problemas:

- Fisuración antes de que el pavimento se abra al tráfico.
- Pérdida de resistencia.
- Desgaste prematuro de la superficie

**Ejecución y sellado de las juntas:** En las obras importantes, el aserrado de las juntas de contracción es el método habitualmente empleado sobre todo en el caso de las juntas transversales. Se lleva a cabo con cierras provistas de discos con coronas de diamante como se indica:



Figura 41. Ejecución y sellado de juntas

Fuente: Imágenes Google

Debe efectuarse por una parte, lo antes posible para evitar la figuración espontánea del hormigón y por otra, con un plazo suficiente para evitar despostillados por arrancamiento de gravillas durante la ejecución del corte. Esta se realizará generalmente a una profundidad de  $1/3$  a  $1/4$  del espesor de la losa.

En la práctica, el aserrado se lleva a cabo entre 6 y 24 horas después de la colocación del hormigón, en función de las características del hormigón y del clima.

**Acabado de la superficie:** El objetivo del acabado de la superficie es mejorar las cualidades antideslizantes de la superficie, en particular cuando se encuentra mojado. En las vías urbanas y carreteras con poco tráfico se realiza normalmente un cepillado transversal ligero con un cepillo de cerdas rígidas, bien manualmente o en forma mecanizada.

En las carreteras con circulación intensa y rápida o de trazado sinuoso, la adherencia está condicionada a la vez por una macro rugosidad obtenida mediante un tratamiento adecuado de la superficie y por la micro rugosidad.

En este tipo de obras la terminación superficial más utilizada es la obtenida mediante cepillado transversal o un estriado transversal profundo.

La profundidad de las estrías está comprendida generalmente entre 3 y 5 mm y su separación entre 15 y 30 mm.



Figura 42. Acabado de la superficie

Fuente : Imágenes Google

# CAPÍTULO 6

## ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO DEL DRENAJE VIAL

### 6.1 Introducción

El estudio del sistema de drenaje vial es muy importante para el buen funcionamiento hidráulico de las obras de arte menor de la vía, para ello se utilizará todos los parámetros de diseño y así obtener obras hidráulicas adecuadas en buen estado durante su vida útil.

Para ello se deberá realizar una inspección en campo para determinar los puntos de desagüe los cuales se considerarán en el diseño.

Para el cálculo de caudales en la vía se tomara en cuenta solamente los producidos en la calzada debido a que no existen laderas adenañas a portantes a la vía, la misma que teóricamente es considerada como vía en relleno o terraplén. Para la estimación de los caudales relacionados para un periodo de retorno de 25 años se utilizó el “Estudio de lluvias intensas del Inamhi 1998”.

El cálculo del caudal de las cunetas se realizará en base a la topografía de la vía determinándola por tramos ya sea para cuneta interna o externa para el lado oeste y este de la vía.

La vía comprende desde el kilómetro 0+000 sector la moya hasta el 2+674.15 sector Aloasí; En el trayecto de la vía existen actualmente 2 alcantarillas las cuales se encuentran en la abscisa 0+160 y 2+510, estas alcantarillas son circulares de hormigón las cuales tienen el diámetro de 1 m, además para estas alcantarillas se realizará la comprobación de su sección hidráulica determinando si es eficiente o no y se realizará el diseño de una nueva alcantarilla, la que estará ubicada en la abscisa 0+607.5.

También se comprobará de la sección hidráulica de la alcantarilla existente en el sector de Miraflores Alto, la misma que tiene una sección circular de hormigón y diámetro de 1 m; cabe indicar que esta alcantarilla se encuentra ubicada en una vía paralela a la de estudio.

De acuerdo al capítulo tres la vía se clasifica como Colectora Clase III.

## **6.2 Metodología**

El diseño de las obras de drenaje se realizará en base a las normas de diseño 2000 (EPMAPS) y a las normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) 2002.

Para el cálculo del caudal de las obras de drenaje se considerará los siguientes factores:

Topográficos

Hidrológicos

Geológicos

Geotécnicos.

Además, se aplicará el método racional modificado que toma en cuenta los siguientes parámetros:

- Coeficiente de escurrimiento de calzada
- Coeficiente de escurrimiento de la berma
- Longitud de la calzada
- Intensidad de precipitación.

Para determinar el ancho de inundación (T) y la altura del nivel de agua de la cuneta ( $Y_A$ ), se utilizara la fórmula de IZZARD, en el cual intervienen los parámetros del caudal, coeficiente de manning, pendiente transversal y longitudinal de la vía.

Para el cálculo del caudal para el diseño de las alcantarillas se utilizará el método hidrométrico S.C.S, el cual considera los siguientes parámetros:

- Precipitación máxima en 24 horas
- Histograma típico de la zona
- Usos y tipos de suelo
- Condiciones para el cálculo
- Tiempo de concentración.

### **6.3 Funciones de las obras de drenaje**

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- b) Interceptar al agua que superficialmente escurre hacia la carretera;
- c) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

### **6.4 Drenaje longitudinal**

Comprende las obras de captación como son: cunetas y cunetas de coronación en sitios donde sean necesarios.

### **6.5 Drenaje transversal**

Son obras de drenaje que cruzan la carretera como son las alcantarillas y los puentes.

### **6.6 Diseño de estructuras de drenaje**

Para el diseño de la estructura de drenaje es necesario tener los caudales con los métodos indicados anteriormente así como las estructuras, tipos y pendientes de diseño, tomando en cuenta el levantamiento topográfico.

#### **6.6.1 Cálculo de caudales.**

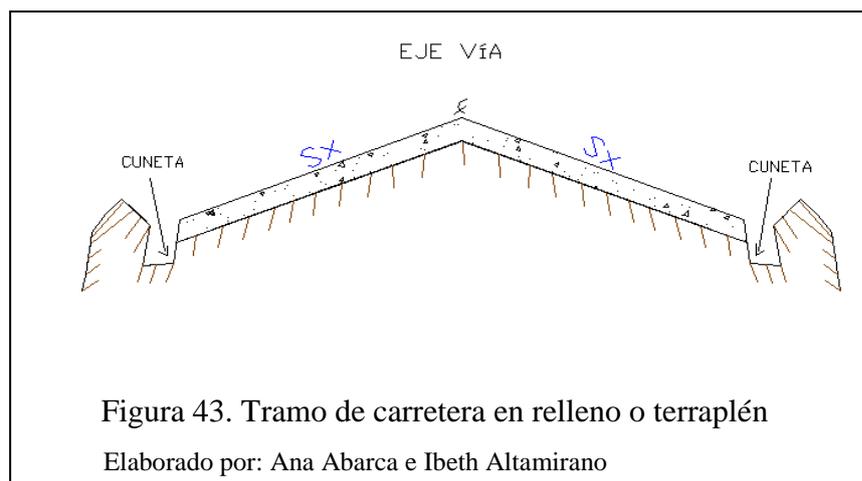
**Cunetas:** Son obras de canalización y evacuación rápida de la esorrentía superficial hacia los sumideros y alcantarillas.

Se pueden construir cunetas de forma triangular, cuadrada y trapezoidal. Pero la cuneta más común es la triangular por su facilidad de construcción y mantenimiento.

La vía en estudio no cuenta con obras de drenaje longitudinal, en este caso se diseñaran las cunetas triangulares en función de los caudales estimados que servirán para determinar las secciones hidráulicas.

El método racional modificado propone diferentes tramos de vías, de acuerdo a la topográfica existente siendo estas las siguientes:

**A) Tramo de carretera en relleno o terraplén**



$$Cp = \frac{C1 * B + C2 * b}{B + b}$$

Ecuación 6. Tramo de carretera en relleno o terraplén

$$Qi = 0,00028 * L(C1 * B + C2 * b) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**Dónde:**

**Qi**= Caudal de cuneta interna

**L** = Longitud de cuneta (m)

**C1**= Coeficiente de escurrimiento de la calzada

**C2**= Coeficiente de escurrimiento de la berma

**B** = Ancho de la calzada (m)

**b** = Ancho de la berma (m)

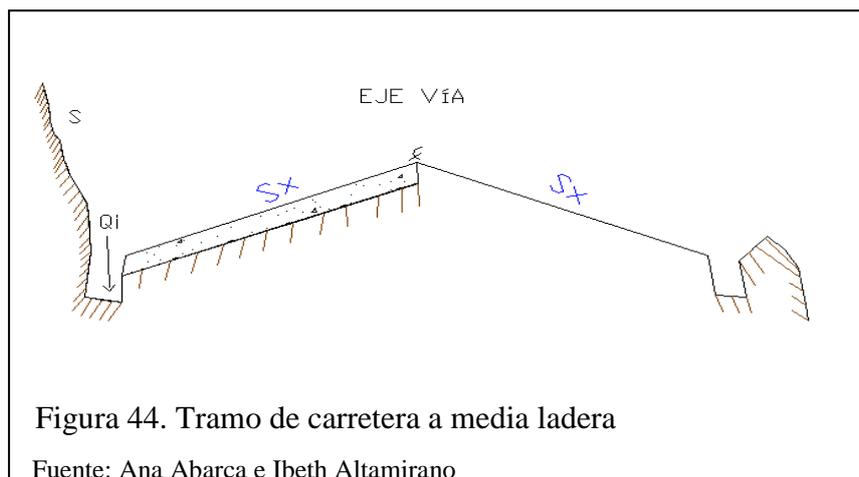
**i** = Intensidad en mm/h

**Sx** = Pendiente transversal

**Cp** = Coeficiente total de escurrimiento

**A**= Área de la cuenca

**B) Tramo de carretera a media ladera**



$$Q = 0,00028 * C_p * i * A$$

$$C_p = \frac{C_1 * B * L + C_2 * b * L + C_3 * S}{B * L + b * L + S}$$

Ecuación 7. Tramo de carretera a media ladera

$$Q_i = 0,00028 * (C_1 * B * L + C_2 * b * L + C_3 * S) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**Dónde:**

**Qi** = caudal de cuneta interna

**S** = área de la ladera adyacente (m<sup>2</sup>)

**C1**= coeficiente de escurrimiento de la calzada

**C2**= coeficiente de escurrimiento de la berma

**C3** = coeficiente de escurrimiento de ladera

**B** = ancho de la calzada (m)

**b** = ancho de la berma (m)

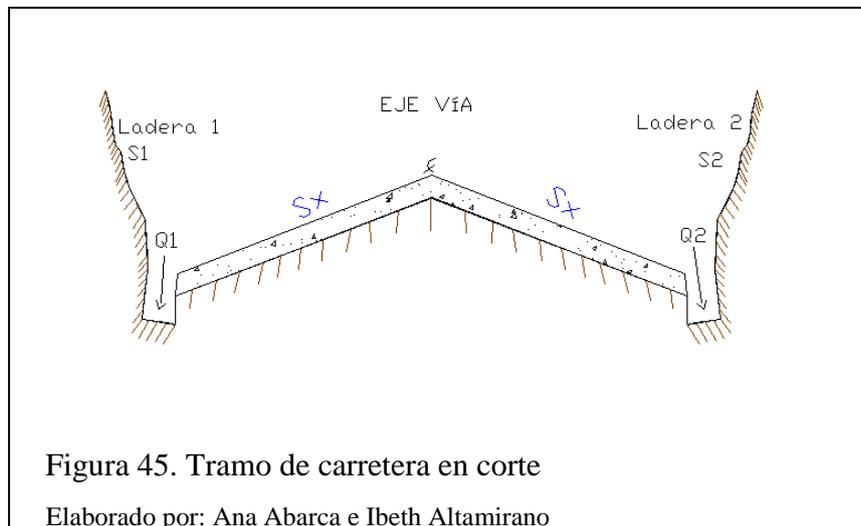
**L** = longitud de cuneta (m)

**i** = intensidad en mm/h

**S** = pendiente transversal

**A**= Área de la cuenca

**C) Tramo de carretera en corte**



Ecuación 8. Tramo de carretera en corte

$$Q1 = 0,00028 * (C1 * B * L + C2 * b * L + C3 * S1) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

$$Q_2 = 0,00028 * (C_1 * B * L + C_2 * b * L + C_4 * S_2) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**Dónde:**

**Q1** = caudal de cuneta interna de la ladera 1

**Q2** = caudal de cuneta interna de la ladera 2

**C1**= coeficiente de escurrimiento de la calzada

**C2**= coeficiente de escurrimiento de la berma

**C3** = coeficiente de escurrimiento de la ladera 1

**C4** = coeficiente de escurrimiento de la ladera 2

**S1** = área de ladera 1 (m<sup>2</sup>)

**S2** = área de ladera 2 (m<sup>2</sup>)

**Sx** = pendiente transversal

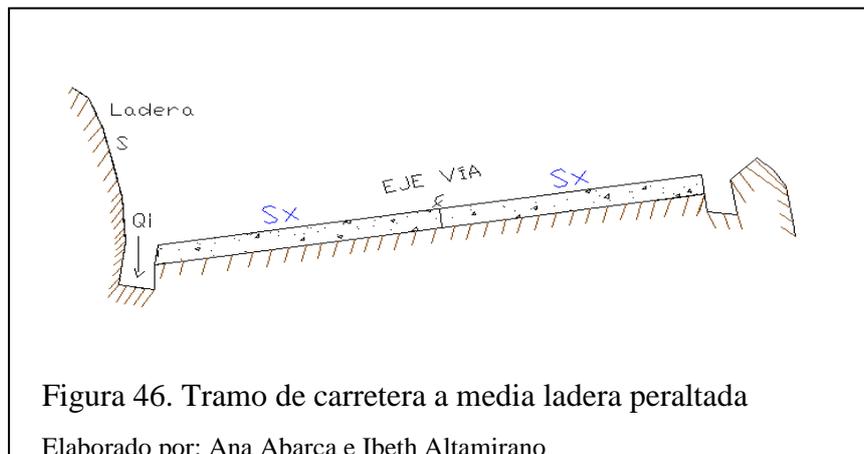
**i** = intensidad en mm/h

**B** = ancho de la calzada (m)

**b** = ancho de la berma (m)

**L** = longitud de cuneta (m)

**D) Tramo de carretera a media ladera peraltada**



$$Q = 0,00028 * C_p * i * A$$

$$C_p = 2 \frac{C_1 * 2b * L + C_2 * 2B * L + C_3 * S}{2B * L + 2b * L + S}$$

Ecuación 9. Tramo de carretera a media ladera peraltada

$$Q_i = 0,00028 * (C_1 * 2b * L + C_2 * 2B * L + C_3 * S) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**Dónde:**

**Qi** = caudal de cuneta interna de la ladera 1

**C1**= coeficiente de escurrimiento de la calzada

**C2**= coeficiente de escurrimiento de la berma

**C3** = coeficiente de escurrimiento de la ladera 1

**B** = ancho de la calzada (m)

**b** = ancho de la berma (m)

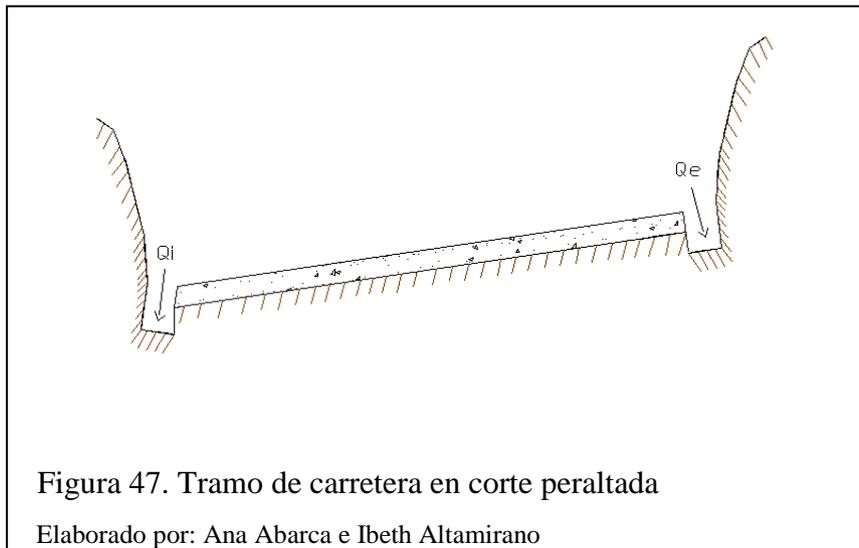
**A**= Área de la cuenca

**S** = pendiente transversal

**L** = longitud de cuneta (m)

**i** = intensidad en mm/h

**E) Tramo de carretera en corte peraltada**



Ecuación 10. Tramo de carretera en corte peraltada

$$Q_i = 0,00028 * (C_1 * 2b * L + C_2 * 2B * L + C_3 * S) * i \left(\frac{lt}{s}\right)$$

$$Q_e = 0,00028 * C_4 * i * S_2 \left(\frac{lt}{s}\right)$$

**Dónde:**

**Qi** = caudal de cuneta interna de la ladera 1

**Qe** = caudal de cuneta interna de la ladera 2

**C1**= coeficiente de escurrimiento de la calzada

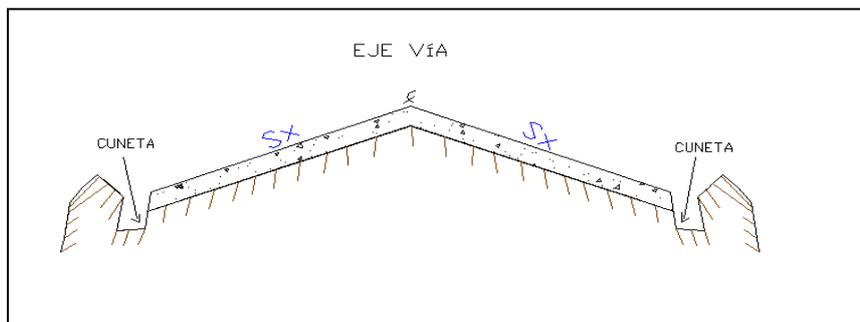
- C2**= coeficiente de escurrimiento de la berma
- C3** = coeficiente de escurrimiento de la ladera 1
- B** = ancho de la calzada (m)
- b** = ancho de la berma (m)
- S** = pendiente transversal
- i** = intensidad en mm/h
- L** = longitud de cuneta (m)

En función de lo indicado en el caso del proyecto a diseñarse en todo el tramo del trazado vial se presenta a relleno o terraplén para el cálculo de los caudales.



**Estimación de caudales para el diseño de cunetas.**

**Vía en terraplén**



$$Q = 0,00028 * C_p * i * A$$

$$Cp = \frac{C1 * B + C2 * b}{B + b}$$

$$Qi = 0,00028 * L(C1 * B + C2 * b) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**Dónde:**

**Qi** = caudal de cuneta interna

**C2**= coeficiente de escurrimiento de la berma = 0

**L** = longitud de cuneta (m) = 150 m

**B** = ancho de la calzada (m) = 3.35 m

**b** = ancho de la berma (m) = 0

**C1**= coeficiente de escurrimiento de la calzada se define en base al tipo de superficie de la calzada como se indica:

**Coficiente de escorrentía (c)**

Representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada que realmente genera escorrentía superficial una vez que se ha saturado el suelo por completo. Su valor depende de las características concretas del terreno que determinan la infiltración del agua en el suelo. (Lemus, 1999)

Tabla 77. Coeficientes de escorrentía

Tipo de superficie	Coficiente de escurrimiento ( C )
Pavimentos de hormigón y asfálticos	0,70 - 0,95
Pavimentos adoquinados	0,60 - 0,70
Pavimentos de Macadam	0,30 - 0,60
Superficie de grava	0,15 - 0,30
Zonas arboladas y bosques	0,10 - 0,20
<i>Zonas de vegetación densas</i>	
* Terrenos granulares	0,05 - 0,35
* Terrenos arcillosos	0,15 - 0,56
<i>Zonas de vegetación media</i>	
* Terrenos granulares	0,10 - 0,50
* Terrenos arcillosos	0,30 - 0,75
Tierra sin vegetación	0,20 - 0,80
Zonas cultivables	0,20 - 0,40

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo. Rodrigo Lemus

De la tabla 77 se obtiene un coeficiente de escorrentía = 0.95 para los dos tipos de pavimento; debido a la relación, mayor coeficiente de escorrentía mayor caudal.

$i$  = la intensidad se calcula en base al tiempo de concentración y la intensidad máxima de lluvia como se indica:

- **Tiempo de concentración**

Se define como el intervalo de tiempo que tarda en llegar a la zona de estudio una gota de agua caída en el punto más lejano de la cuenca natural. (Lemus, 1999)

A continuación se calculará el tiempo de concentración para un tramo de vía utilizando la fórmula de “California highways and Public Works 1942” (Kirpich) como se indica:

$$tc = 0.0195 * \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

**Dónde:**

$tc$  = tiempo de concentración

$L$  = longitud de un tramo = 150 m

$\Delta H$  = desnivel entre cotas

**Cálculo:**

$$tc = 0.0195 * \left( \frac{150^3}{3060 - 3055} \right)^{0.385}$$

$$tc = 3,42 \text{ min}$$

El tiempo de concentración para vía a relleno o terraplén, es menor que el tiempo de concentración recomendado por la EMAAPQ, por lo que se adopta el valor recomendado de 12 min. (Lemus, 1999)

### Período de retorno

Se define como el tiempo promedio entre la ocurrencia de un evento que puede ser igualado o superado a la magnitud dada. (Antonio Salgado, 2001).

Tabla 78. Periodos de retorno (T)

Tiempo de retorno (T) en años		
	Caminos vecinales	Red de carreteras
Alcantarillas de hasta 3 m <sup>2</sup> de sección	5	10
Alcantarillas mayores de 3 m <sup>2</sup> de sección	10	25
Cunetas	10	25
Canales interceptores	10	25
Puentes mínimo	50	50

Fuente: Ing. Antonio Salgado, Caminos Vecinales año (2001).

El periodo de retorno seleccionado para el diseño de cunetas y alcantarillas será de 25 años.

### Consideraciones a ser utilizadas para el diseño hidráulico de cunetas.

**Pendientes:** En el diseño se tomara en cuenta dos tipos de pendientes:

La pendiente transversal = 2% y las pendientes longitudinales se obtuvieron del perfil vertical del diseño de la vía. (Lemus, 1999)

**Puntos de desagüe:** Las cunetas se llevan hasta los cauces naturales del terreno, hacia las obras de fábrica que cruzan la carretera (alcantarillas) o proyectando desagües donde no existan, de tal manera que la distancia máxima entre desagües permita a las cunetas transportar el agua sin desbordamientos. Esta distancia máxima es de 150 a 160 m. (ASTECC, 2003, pg.279)

**Coefficiente de manning:** Este coeficiente se determina en función el tipo de recubrimiento, el mismo que se obtuvo de la tabla 79.

Tabla 79. Coeficiente de Manning

Tipo de recubrimiento	Coeficiente (n)
Tierra lisa	0,020
Césped con mas de 15cm de profundidad	0,040
Césped con menos de 15cm de profundidad	0,060
Revestimiento rugoso de Piedra	0,040
Cunetas revestidas de Hormigón	0,014

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo, Autor Rodrigo Lemus

Se utilizó un coeficiente de Manning de 0,014 por ser cunetas revestidas de hormigón.

- **Intensidad máxima de lluvia**

Es la intensidad de la precipitación máxima que se ha producido en la zona.

Para el cálculo de la intensidad máxima, se utilizó el “Estudio de lluvias intensas del Inamhi 1998”; el proyecto se encuentra dentro de la zona 25 (ver figura 49) de la cual se obtuvo las siguientes ecuaciones:

Tabla 80 .Ecuación de intensidades zona 25

Ecuación	Duración	Ecuación
1	5 min a 60 min	$I_{TR} = 97.389 * Id_{TR} * tc^{-0.6117}$
2	60 min a 1440 min	$I_{TR} = 125.73 * Id_{TR} * tc^{-0.6643}$

Fuente: Estudio de lluvias Intensas, Autor: Ing. Luis Rodríguez- año de publicación 1990

De la tabla 80 se tomara la ecuación No. 1 y el tiempo de concentración se asumirá de 12 min de acuerdo a las recomendaciones de la EMAAPQ.

Ecuación 11. Intensidad zona 25

$$I_{TR} = 97.389 * Id_{TR} * tc^{-0.6117}$$

**Dónde:**

$I_{TR}$  = intensidad máxima de lluvia

$t_c$  = tiempo de concentración.

$I_{dTR}$  = intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm /h

Para determinar la intensidad diaria para un periodo de retorno de 25 años se utilizará las isoclinas de intensidades de precipitación máxima en 24 horas.

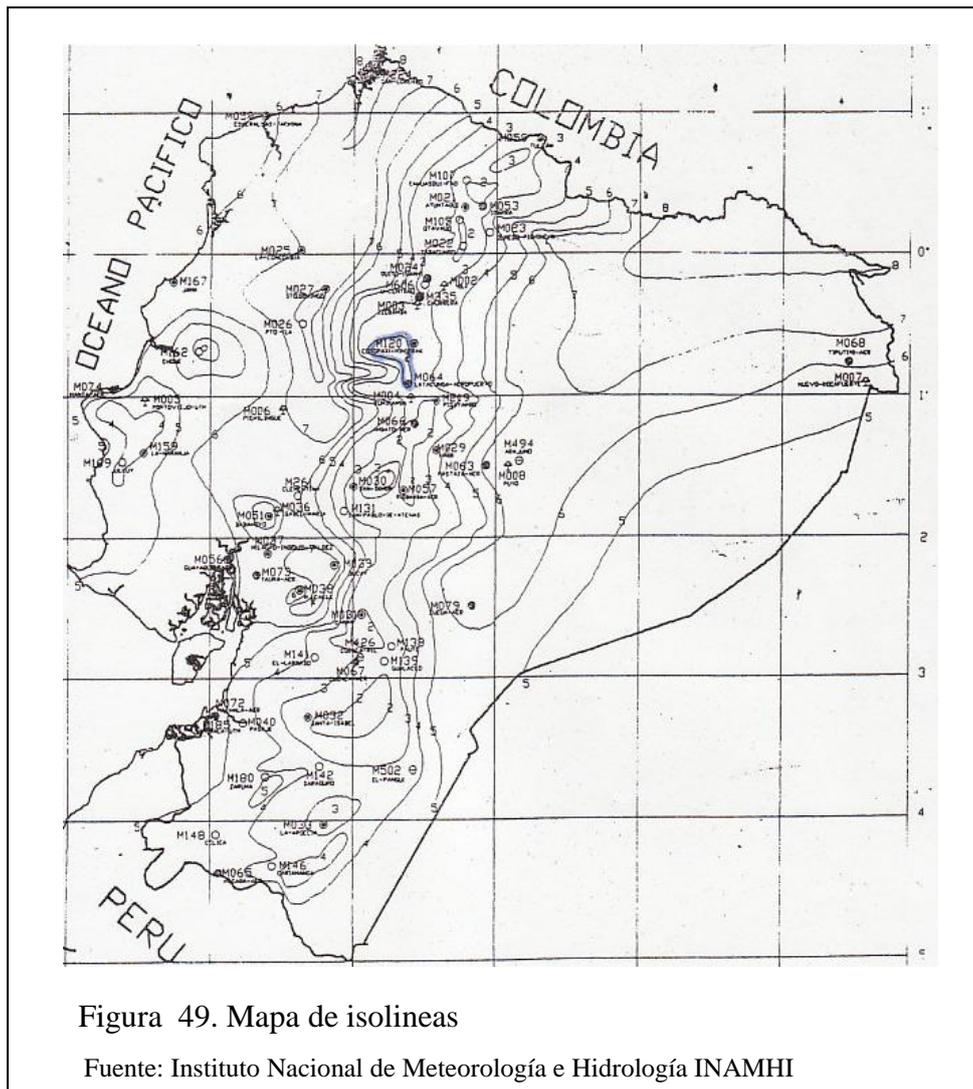


Figura 49. Mapa de isoclinas

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI

De la figura 49 correspondiente al mapa de las Isoclinas se obtuvo un  $I_{dTR} = 2.0$

Una vez obtenidos los datos: del tiempo de concentración y la intensidad diaria, se procede a calcular la intensidad para un periodo de retorno de 25 años.

$$I_{TR} = 97.389 * Id_{TR} * tc^{-0.6117}$$

$$I_{TR} = 97.389 * Id_{TR} * tc^{-0.6117}$$

$$I_{TR} = 97.389 * 2.0 * 12^{-0.6117}$$

$$I_{TR} = 42.6 \text{ mm/h.}$$

### Estimación de caudales

Una vez obtenidas todas las variables de diseño, se procedió a realizar el cálculo del caudal de las cunetas, para el lado este y oeste de la vía empleando la ecuación 1 descrita a continuación:

$$Qi = 0,00028 * L(C1 * B + C2 * b) * i \left( \frac{lt}{s} \right)$$

**B**= ancho de la calzada

**b**= ancho de la berma

**L**= longitud de tramo a tramo de cuneta

**C1**= coeficiente de escorrentía de la calzada

**C2**= coeficiente de escorrentía de la berma

**Itr**= intensidad máxima de lluvia

**Qi** = caudal interno de cuneta

Los datos de caudales obtenidos para las diferentes cunetas se observa en las tablas 81, 82 y planos A1.

Tabla 81. Cálculo del caudal de las cunetas internas y externas del lado este

TIPO DE CUNETA (LADO ESTE)	Abscisa (m)		B (m)	b (m)	L (m)	C1	C2	tc (min)	ldtr (mm/h)	i= ITR (mm/h)	Q (lt/s)	Q (m3/s)
EXTERNA	0+000	0+159.558	3,35	0	159,55	0,95	0	12	2	42,60	6,06	0,006
	0+159.558	0+309.598	3,35	0	150,04	0,95	0	12	2	42,60	5,70	0,006
	0+312.952	0+349.22	3,35	0	36,27	0,95	0	12	2	42,60	1,38	0,001
	0+355.53	0+409.14	3,35	0	53,61	0,95	0	12	2	42,60	2,04	0,002
	0+409.847	0+422.73	3,35	0	12,88	0,95	0	12	2	42,60	0,49	0,000
	0+423.43	0+432.78	3,35	0	9,35	0,95	0	12	2	42,60	0,35	0,000
	0+433.48	0+439.52	3,35	0	6,04	0,95	0	12	2	42,60	0,23	0,000
	0+440.23	0+460.69	3,35	0	20,46	0,95	0	12	2	42,60	0,78	0,001
	0+461.39	0+472.21	3,35	0	10,82	0,95	0	12	2	42,60	0,41	0,000
	0+472.91	0+485.11	3,35	0	12,20	0,95	0	12	2	42,60	0,46	0,000
	0+485.81	0+497.05	3,35	0	11,24	0,95	0	12	2	42,60	0,43	0,0004
	0+497.75	0+510.44	3,35	0	12,69	0,95	0	12	2	42,60	0,48	0,000
	0+511.14	0+523.76	3,35	0	12,62	0,95	0	12	2	42,60	0,48	0,000
	0+524.46	0+542.89	3,35	0	18,43	0,95	0	12	2	42,60	0,70	0,001
	0+543.59	0+631.59	3,35	0	88,00	0,95	0	12	2	42,60	3,34	0,003
0+632.59	0+748.15	3,35	0	115,56	0,95	0	12	2	42,60	4,39	0,004	
0+748.15	0+782.34	3,35	0	34,19	0,95	0	12	2	42,60	1,30	0,001	
INTERNA	0+782.34	0+946.02	3,35	0	163,68	0,95	0	12	2	42,60	6,21	0,006
	0+946.02	1+031.46	3,35	0	85,44	0,95	0	12	2	42,60	3,24	0,003
	1+031.46	1+118.72	3,35	0	87,26	0,95	0	12	2	42,60	3,31	0,003
	1+118.72	1+199.85	3,35	0	81,13	0,95	0	12	2	42,60	3,08	0,003
	1+199.85	1+324.39	3,35	0	124,54	0,95	0	12	2	42,60	4,73	0,005
	1+324.39	1+377.64	3,35	0	53,25	0,95	0	12	2	42,60	2,02	0,002
EXTERNA	1+377.64	1+507.89	3,35	0	130,20	0,95	0	12	2	42,60	4,94	0,005
	1+507.89	1+591.92	3,35	0	84,03	0,95	0	12	2	42,60	3,19	0,003
	1+591.92	1+671.93	3,35	0	80,00	0,95	0	12	2	42,60	3,04	0,003
	1+671.93	1+732.22	3,35	0	60,29	0,95	0	12	2	42,60	2,29	0,002
	1+732.22	1+889.87	3,35	0	157,65	0,95	0	12	2	42,60	5,98	0,006
	1+889.87	1+973.13	3,35	0	83,26	0,95	0	12	2	42,60	3,16	0,003
	1+973.13	2+046.58	3,35	0	73,45	0,95	0	12	2	42,60	2,79	0,003
	2+046.58	2+209.93	3,35	0	163,35	0,95	0	12	2	42,60	6,20	0,006
	2+217.17	2+314.28	3,35	0	97,11	0,95	0	12	2	42,60	3,69	0,004
	2+314.28	2+368.67	3,35	0	54,39	0,95	0	12	2	42,60	2,06	0,002
2+368.67	2+449.98	3,35	0	81,37	0,95	0	12	2	42,60	3,09	0,003	
2+449.98	2+509.25	3,35	0	59,27	0,95	0	12	2	42,60	2,25	0,002	
INTERNA	2+510.25	2+620.29	3,35	0	110,04	0,95	0	12	2	42,60	4,18	0,004
	2+620.29	2+669.52	3,35	0	49,23	0,95	0	12	2	42,60	1,87	0,002

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

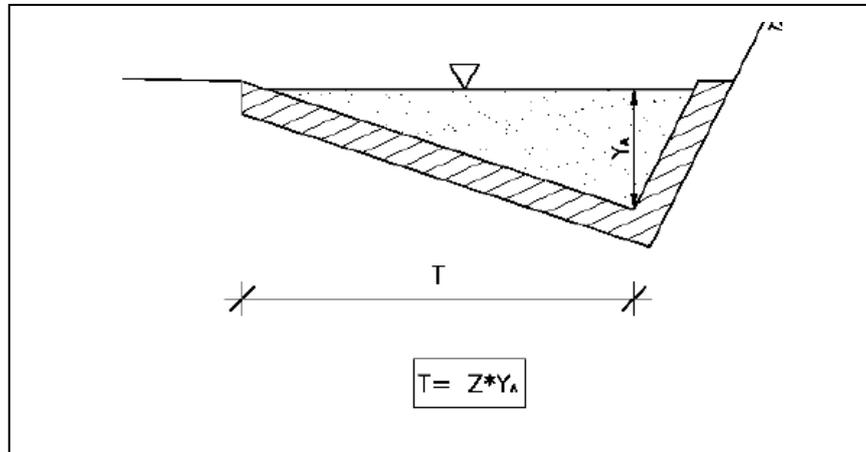
Tabla 82. Cálculo del caudal de las cunetas internas y externas del lado Oeste

TIPO DE CUNETA ( LADO OESTE)	Abscisa (m)		B (m)	b (m)	L (m)	C1	C2	tc (min)	Idtr (mm/h)	i= ITR (mm/h)	Q (lt/s)	Q (m3/s)
INTERNA	0+000	0+159.50	3,35	0	159,50	0,95	0	12	2	42,60	6,05	0,006
	0+160.5	0+209.48	3,35	0	48,98	0,95	0	12	2	42,60	1,86	0,002
	0+210.18	0+255.56	3,35	0	45,38	0,95	0	12	2	42,60	1,72	0,002
	0+256.26	0+304.17	3,35	0	47,91	0,95	0	12	2	42,60	1,82	0,002
	0+304.87	0+350.21	3,35	0	45,34	0,95	0	12	2	42,60	1,72	0,002
	0+350.91	0+390.36	3,35	0	39,45	0,95	0	12	2	42,60	1,50	0,001
	0+391.05	0+429.21	3,35	0	38,16	0,95	0	12	2	42,60	1,45	0,001
	0+429.91	0+451.00	3,35	0	21,09	0,95	0	12	2	42,60	0,80	0,001
	0+451.7	0+475.19	3,35	0	23,49	0,95	0	12	2	42,60	0,89	0,001
	0+475.90	0+492.32	3,35	0	16,42	0,95	0	12	2	42,60	0,62	0,001
	0+492.92	0+512.66	3,35	0	19,74	0,95	0	12	2	42,60	0,75	0,001
	0+513.36	0+527.45	3,35	0	14,09	0,95	0	12	2	42,60	0,53	0,001
	0+527.97	0+543.88	3,35	0	15,91	0,95	0	12	2	42,60	0,60	0,001
	0+544.58	0+636.05	3,35	0	91,47	0,95	0	12	2	42,60	3,47	0,003
0+637.05	0+754.83	3,35	0	117,78	0,95	0	12	2	42,60	4,47	0,004	
EXTERNA	0+754.83	0+798.43	3,35	0	43,60	0,95	0	12	2	42,60	1,66	0,002
	0+798.43	0+959.14	3,35	0	160,71	0,95	0	12	2	42,60	6,10	0,006
INTERNA	0+959.84	1+047.71	3,35	0	87,87	0,95	0	12	2	42,60	3,34	0,003
	1+048.41	1+149.32	3,35	0	100,91	0,95	0	12	2	42,60	3,83	0,004
EXTERNA	1+150.02	1+220.84	3,35	0	70,82	0,95	0	12	2	42,60	2,69	0,003
	1+221.54	1+293.46	3,35	0	71,92	0,95	0	12	2	42,60	2,73	0,003
	1+294.16	1+339.14	3,35	0	44,98	0,95	0	12	2	42,60	1,71	0,002
	1+339.84	1+390.15	3,35	0	50,31	0,95	0	12	2	42,60	1,91	0,002
INTERNA	1+390.85	1+518.33	3,35	0	127,48	0,95	0	12	2	42,60	4,84	0,005
	1+519.03	1+593.67	3,35	0	74,64	0,95	0	12	2	42,60	2,83	0,003
	1+594.37	1+673.12	3,35	0	78,75	0,95	0	12	2	42,60	2,99	0,003
	1+673.82	1+734.66	3,35	0	60,84	0,95	0	12	2	42,60	2,31	0,002
	1+735.36	1+889.00	3,35	0	153,64	0,95	0	12	2	42,60	5,83	0,006
	1+889.7	1+972.08	3,35	0	82,38	0,95	0	12	2	42,60	3,13	0,003
	1+972.78	2+063.96	3,35	0	91,18	0,95	0	12	2	42,60	3,46	0,003
	2+064.66	2+224.41	3,35	0	159,75	0,95	0	12	2	42,60	6,06	0,006
	2+228.49	2+320.19	3,35	0	91,70	0,95	0	12	2	42,60	3,48	0,003
	2+320.89	2+375.61	3,35	0	54,72	0,95	0	12	2	42,60	2,08	0,002
EXTERNA	2+376.31	2+460.34	3,35	0	84,03	0,95	0	12	2	42,60	3,19	0,003
	2+460.34	2+514.37	3,35	0	54,03	0,95	0	12	2	42,60	2,05	0,002
	2515,57	2+630.35	3,35	0	114,78	0,95	0	12	2	42,60	4,36	0,004
	2+630.35	2679,16	3,35	0	48,81	0,95	0	12	2	42,60	1,85	0,002

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## Diseño hidráulico

El diseño hidráulico de las cunetas se realizó por tramos utilizando la fórmula de Izzard como se indica a continuación:



Ecuación 12. Caudal –ecuación Izzard

$$Q = 0.375 * \left(\frac{Z}{n}\right) * I^{1/2} * Y_A^{8/3}$$

**Donde:**

**Q**= caudal m<sup>3</sup>/s

**z** = inverso de la pendiente transversal

**n** = coeficiente de manning el cual está en función del tipo de recubrimiento

**I**= pendiente longitudinal (m/m)

**Y<sub>A</sub>**= altura del nivel del agua en la cuneta (m)

**T** = ancho de la sección de la cuneta (m)

Los cálculos del ancho de la sección (T) y la altura del nivel de agua en la cuneta (Y<sub>A</sub>) se realizara para los dos lados de la vía se puede observar en las siguientes tablas 83 y 84.

Tabla 83. Cálculo de la sección hidráulica de la cuneta del lado este.

TIPO DE CUNETA (LADO ESTE)	Abscisa (m)		Q (m <sup>3</sup> /s)	n (coeficiente de manning)	Sx (m/m)	Io (m/m)	z (1/m)	z/n	YA (m)	T (m)
EXTERNA	0+000	0+159.558	0,006	0,014	0,02	0,041	5	357	0,04	0,22
	0+159.558	0+309.598	0,006	0,014	0,02	0,038	5	357	0,04	0,21
	0+312.952	0+349.22	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,11
	0+355.53	0+409.14	0,002	0,014	0,02	0,027	5	357	0,03	0,13
	0+409.847	0+422.73	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,08
	0+423.43	0+432.78	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,01	0,07
	0+433.48	0+439.52	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,01	0,06
	0+440.23	0+460.69	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,09
	0+461.39	0+472.21	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,01	0,07
	0+472.91	0+485.11	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,08
	0+485.81	0+497.05	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,01	0,07
	0+497.75	0+510.44	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,08
	0+511.14	0+523.76	0,000	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,08
	0+524.46	0+542.89	0,001	0,014	0,02	0,048	5	357	0,02	0,10
	0+543.59	0+631.59	0,003	0,014	0,02	0,048	5	357	0,04	0,18
0+632.59	0+748.15	0,004	0,014	0,02	0,048	5	357	0,04	0,20	
0+748.15	0+782.34	0,001	0,014	0,02	0,017	5	357	0,02	0,10	
INTERNA	0+782.34	0+946.02	0,006	0,014	0,02	0,061	5	357	0,05	0,23
	0+946.02	1+031.46	0,003	0,014	0,02	0,118	5	357	0,04	0,21
	1+031.46	1+118.72	0,003	0,014	0,02	0,118	5	357	0,04	0,21
	1+118.72	1+199.85	0,003	0,014	0,02	0,101	5	357	0,04	0,20
	1+199.85	1+324.39	0,005	0,014	0,02	0,101	5	357	0,05	0,23
EXTERNA	1+324.39	1+377.64	0,002	0,014	0,02	0,101	5	357	0,03	0,17
	1+377.64	1+507.89	0,005	0,014	0,02	0,101	5	357	0,05	0,24
	1+507.89	1+591.92	0,003	0,014	0,02	0,128	5	357	0,04	0,21
	1+591.92	1+671.93	0,003	0,014	0,02	0,128	5	357	0,04	0,21
	1+671.93	1+732.22	0,002	0,014	0,02	0,054	5	357	0,03	0,16
	1+732.22	1+889.87	0,006	0,014	0,02	0,054	5	357	0,05	0,23
	1+889.87	1+973.13	0,003	0,014	0,02	0,059	5	357	0,04	0,18
	1+973.13	2+046.58	0,003	0,014	0,02	0,059	5	357	0,03	0,17
	2+046.58	2+209.93	0,006	0,014	0,02	0,059	5	357	0,05	0,23
	2+217.17	2+314.28	0,004	0,014	0,02	0,037	5	357	0,04	0,18
	2+314.28	2+368.67	0,002	0,014	0,02	0,062	5	357	0,03	0,16
	2+368.67	2+449.98	0,003	0,014	0,02	0,062	5	357	0,04	0,18
INTERNA	2+449.98	2+509.25	0,002	0,014	0,02	0,045	5	357	0,03	0,15
	2+510.25	2+620.29	0,004	0,014	0,02	0,015	5	357	0,03	0,16
	2+620.29	2+2669.52	0,002	0,014	0,02	0,015	5	357	0,02	0,12

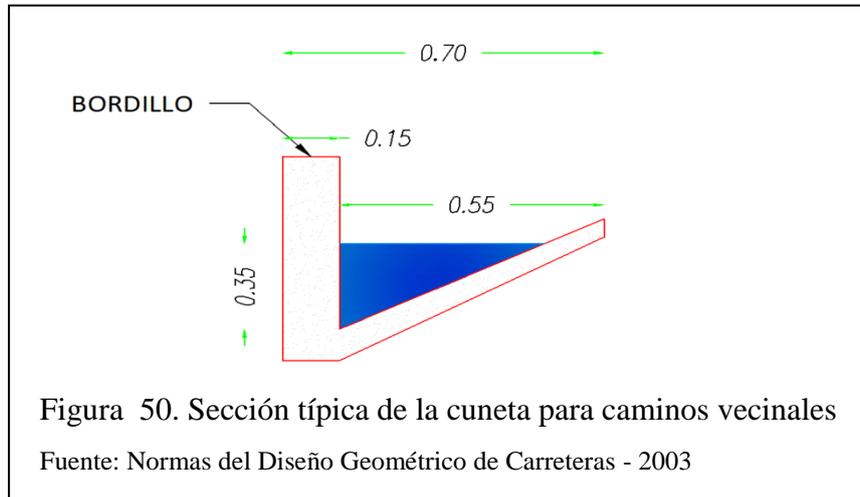
Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 84. Cálculo de la sección hidráulica de la cuneta del lado oeste.

TIPO DE CUNETA ( LADO OESTE)	Abscisa (m)		Q (m3/s)	n (coeficiente de manning)	Sx (m/m)	I <sub>o</sub> (m/m)	z (1/m)	z/n	Y <sub>A</sub> (m)	T (m)
INTERNA	0+000	0+159.50	0,006	0,014	0,02	0,041	5	357	0,04	0,22
	0+160.5	0+209.48	0,002	0,014	0,02	0,038	5	357	0,03	0,14
	0+210.18	0+255.56	0,002	0,014	0,02	0,038	5	357	0,03	0,13
	0+256.26	0+304.17	0,002	0,014	0,02	0,038	5	357	0,03	0,14
	0+304.87	0+350.21	0,002	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,12
	0+350.91	0+390.36	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,12
	0+391.05	0+429.21	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,12
	0+429.91	0+451.00	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,09
	0+451.7	0+475.19	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,10
	0+475.90	0+492.32	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,09
	0+492.92	0+512.66	0,001	0,014	0,02	0,027	5	357	0,02	0,09
	0+513.36	0+527.45	0,001	0,014	0,02	0,048	5	357	0,02	0,09
	0+527.97	0+543.88	0,001	0,014	0,02	0,048	5	357	0,02	0,09
	0+544.58	0+636.05	0,003	0,014	0,02	0,048	5	357	0,04	0,18
0+637.05	0+754.83	0,004	0,014	0,02	0,048	5	357	0,04	0,20	
EXTERNA	0+754.83	0+798.43	0,002	0,014	0,02	0,017	5	357	0,02	0,11
	0+798.43	0+959.14	0,006	0,014	0,02	0,061	5	357	0,05	0,23
INTERNA	0+959.84	1+047.71	0,003	0,014	0,02	0,061	5	357	0,04	0,19
	1+048.41	1+149.32	0,004	0,014	0,02	0,118	5	357	0,04	0,22
EXTERNA	1+150.02	1+220.84	0,003	0,014	0,02	0,101	5	357	0,04	0,19
	1+221.54	1+293.46	0,003	0,014	0,02	0,101	5	357	0,04	0,19
	1+294.16	1+339.14	0,002	0,014	0,02	0,101	5	357	0,03	0,16
	1+339.84	1+390.15	0,002	0,014	0,02	0,128	5	357	0,03	0,17
INTERNA	1+390.85	1+518.33	0,005	0,014	0,02	0,128	5	357	0,05	0,25
	1+519.03	1+593.67	0,003	0,014	0,02	0,054	5	357	0,03	0,17
	1+594.37	1+673.12	0,003	0,014	0,02	0,054	5	357	0,03	0,17
	1+673.82	1+734.66	0,002	0,014	0,02	0,054	5	357	0,03	0,16
	1+735.36	1+889.00	0,006	0,014	0,02	0,059	5	357	0,05	0,23
	1+889.7	1+972.08	0,003	0,014	0,02	0,059	5	357	0,04	0,18
	1+972.78	2+063.96	0,003	0,014	0,02	0,059	5	357	0,04	0,19
	2+064.66	2+224.41	0,006	0,014	0,02	0,037	5	357	0,04	0,21
	2+228.49	2+320.19	0,003	0,014	0,02	0,037	5	357	0,03	0,17
	2+320.89	2+375.61	0,002	0,014	0,02	0,062	5	357	0,03	0,16
	2+376.31	2+460.34	0,003	0,014	0,02	0,045	5	357	0,03	0,17
	2+460.34	2+514.37	0,002	0,014	0,02	0,045	5	357	0,03	0,15
EXTERNA	2515,57	2+630.35	0,004	0,014	0,02	0,015	5	357	0,03	0,16
	2+630.35	2679,16	0,002	0,014	0,02	0,015	5	357	0,02	0,11

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De los cálculos anteriormente realizados se puede observar que el ancho máximo de cuneta es de 25 cm y el calado máximo es de 5 cm, los cuales son valores inferiores a la sección mínima de cuneta MOP, por lo cual se adopta la sección MOP para todo el tramo de vía como se indica en la figura.



Una vez determinado los caudales de aporte de las cunetas por tramos y la sección hidráulica de la cuneta, se procederá a evacuar dichos caudales.

Cabe indicar que no existe una red de alcantarillado en el tramo que comprende desde la abscisa 0+000 hasta 0+720, por lo que se procederá a evacuar las aguas lluvias por medio de la ubicación de cajas de desagüe ubicadas en los cambios de dirección de la tubería, la cual será conectada a la alcantarilla de la abscisa 0+607.5; esta tubería será de PVC de 200 mm para todo el trayecto con una pendiente longitudinal del 2%.

Mientras que el tramo comprendido desde la abscisa 0+720 hasta la 2+674.15 la evacuación de las aguas lluvias de los dos lados de la vía, se realizará conectado a 45 grados cada punto de desagüe al alcantarillado combinado existente.

Las cajas de desagüe ubicadas en todo el trayecto de la vía serán de 70 por 70 cm y su profundidad se determinará en base al perfil vertical del terreno. Además, el nivel superior de la caja será el mismo que el del bordillo.

Los planos de ubicación de los puntos de desagüe y conexiones de los mismos se encuentran en el(Anexo 19)

### **6.7 Diseño de las alcantarillas**

Son estructuras para desagüe de aguas provenientes de quebradas, cruces naturales, cunetas y aguas subterráneas; su emplazamiento debe procurarse que tal modificación no ocasione perjuicios de importancia en el camino ni en las tierras adyacentes a él. (ASTECC, 2003, pg.279)

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para:

- Drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas.
- Para coleccionar aguas provenientes de cunetas.

#### **Se debe ubicar una alcantarilla:**

- Donde existan corrientes de agua que cruzan la carretera, sea en ángulo recto u oblicuo.
- En el fondo de depresiones u hondonadas donde no existan cursos naturales de agua.
- Para descargar una cuneta de un lado a otro de la vía.
- En las curvas verticales cóncavas.

En el proyecto existirán dos tipos de alcantarilla, las primeras alcantarillas estarán ubicadas en las abscisas 0+160 y 0+635 de la vía principal La Moya, la de la abscisa 0+160 es un alcantarilla existente por lo que se realizará la comprobación de su sección hidráulica, mientras que la alcantarilla de la abscisa 0+607.5 es una nueva alcantarilla la cual será de armico; las secciones para las dos alcantarillas se calcularán en función de los caudales de aporte de las cunetas (ver figura 51 y 52).

ABS: 0+160



Figura 51. Ubicación de la alcantarilla existente en la abscisa 0+160

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano.

ABS: 0+607.5



Figura 52 .Ubicación de la alcantarilla a proyectarse en la abscisa 0+607.5

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Las segundas están ubicadas en la abscisa 2+510 y en el Sector de Miraflores Alto, tomando en cuenta que esta última no pertenece a la vía en estudio y su diseño horizontal y vertical se indica en el anexo 20; para estas alcantarillas el caudal de diseño será calculado a través del área de aporte de la cuenca y además, se realizará los cálculos de la sección hidráulica para comprobar si la sección actual es óptima para evacuar los caudales existentes (ver las figuras 53 y 54).

ABS: 2+510



## Alcantarilla Miraflores alto



### *Diagnóstico de las alcantarillas existentes*

Por medio de una inspección de campo, se pudo determinar el diagnóstico de las alcantarillas existentes, pertenecientes a los gráficos 51, 53 y 54, las cuales se indican a continuación:

Tabla 85. Diagnóstico de las alcantarillas existentes.

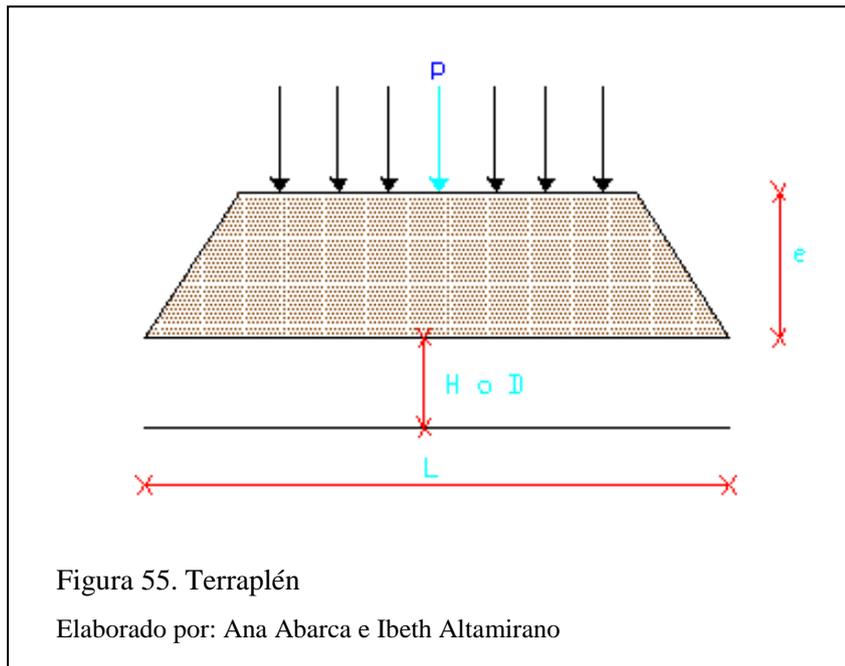
Alcantarilla	Tipo	Diámetro	Tipo de material	Estado de la alcantarilla	Muro de ala
Abscisa 0+160	Circular	1m	Hormigón	Bueno	No posee
Abscisa 2+510	Circular	1m	Hormigón	Bueno	No posee
Miraflores Alto	Circular	1m	Hormigón	Malo	No posee

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### **Consideraciones generales**

- Las alcantarillas por estar recubiertas por un terraplén de circulación vehicular y de espesor variable, estarán sometidas a sollicitaciones provenientes de la carga del terraplén y del tránsito; esta última será menor en cuanto mayor sea la altura del terraplén sobre la alcantarilla pues aumenta la distribución de las cargas y si no hay

recubrimiento la parte superior de la alcantarilla actúa como superficie de rodamiento recibiendo toda la carga del tránsito.



- En secciones circulares o abovedadas deben adoptarse espesores de terraplén entre 0,5 – 0,6 m para obtener estructuras razonablemente económicas.
- Los rangos de relleno deben ir de 1 a 2 m donde las solicitaciones asumen un valor más bajo.
- Se recomienda que el ancho mínimo de las secciones transversales no deban ser inferiores a 1 m ya que deben permitir el fácil mantenimiento de estas estructuras sometidas a obstrucciones, erosión, etc.
- La gradiente de colocación de la alcantarilla debe ser en la manera viable la misma del cauce y /o tomando en cuenta q una pendiente muy baja producirá estancamiento y una muy elevada producirá erosión y daño a la estructura recomendándose su pendiente entre 0,5 a 2 %.
- La gradiente para la colocación de la alcantarilla debe ser la misma del cauce, tomando en cuenta q una pendiente muy baja produciría estancamiento y una muy

elevada produciría erosión y daño a la estructura recomendándose una pendiente entre 0,5 a 2 %.

### Tipología de alcantarillas

Existen diferentes tipos de alcantarillas, donde las secciones transversales más utilizadas son las rectangulares y circulares.

Las secciones rectangulares se utilizan para caudales significativos y las circulares para caudales reducidos.

A continuación se presenta los tipos de alcantarillas.

Tabla 86. Tipos de alcantarillas

Tipo	Sección	Materiales
Rectangular		Hormigón, madera, mampostería
Circular		Hormigón, metálica corrugada
Abovedada		Metálica
Ovalada		Metálica corrugada
Boveda		Hormigón - Mampostería

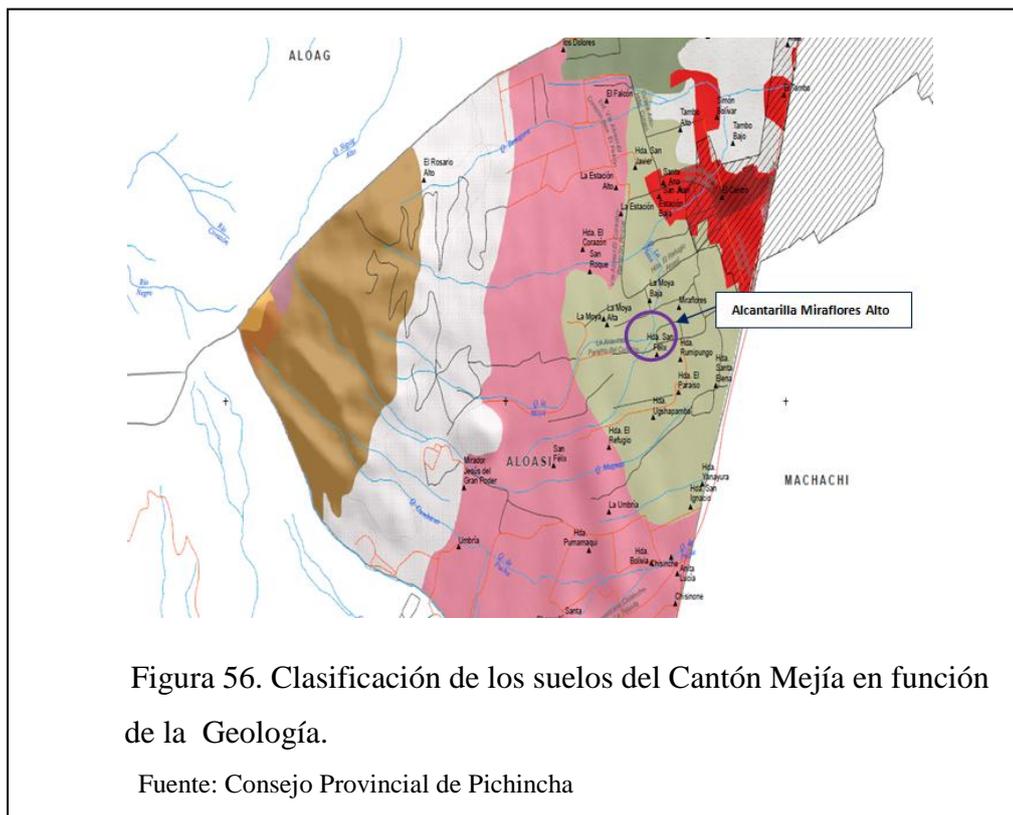
Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo, Autor Rodrigo Lemus

### 6.7.1 Metodología de cálculo.

Para el diseño hidráulico se utilizará el método del servicio de conservación de suelos (S.C.S - CN).

El método S.C.S en base al tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
  - Grupo B: Suelos pocos profundos depositados por el viento, marga arenosa.
  - Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
  - Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.
- Tomado en cuenta la clasificación de los suelos y en función de la geología del terreno, se ha determinado el siguiente tipo de suelo, en base al siguiente mapa el cual fue proporcionado por el Consejo Provincial de Pichincha.



De la figura se obtiene que en el sector exista suelos arenosos finos con limo lo que indica que pertenece al grupo A.

- Se determina el uso del suelo del sector en base al mapa proporcionado por el Consejo Provincial de Pichincha.

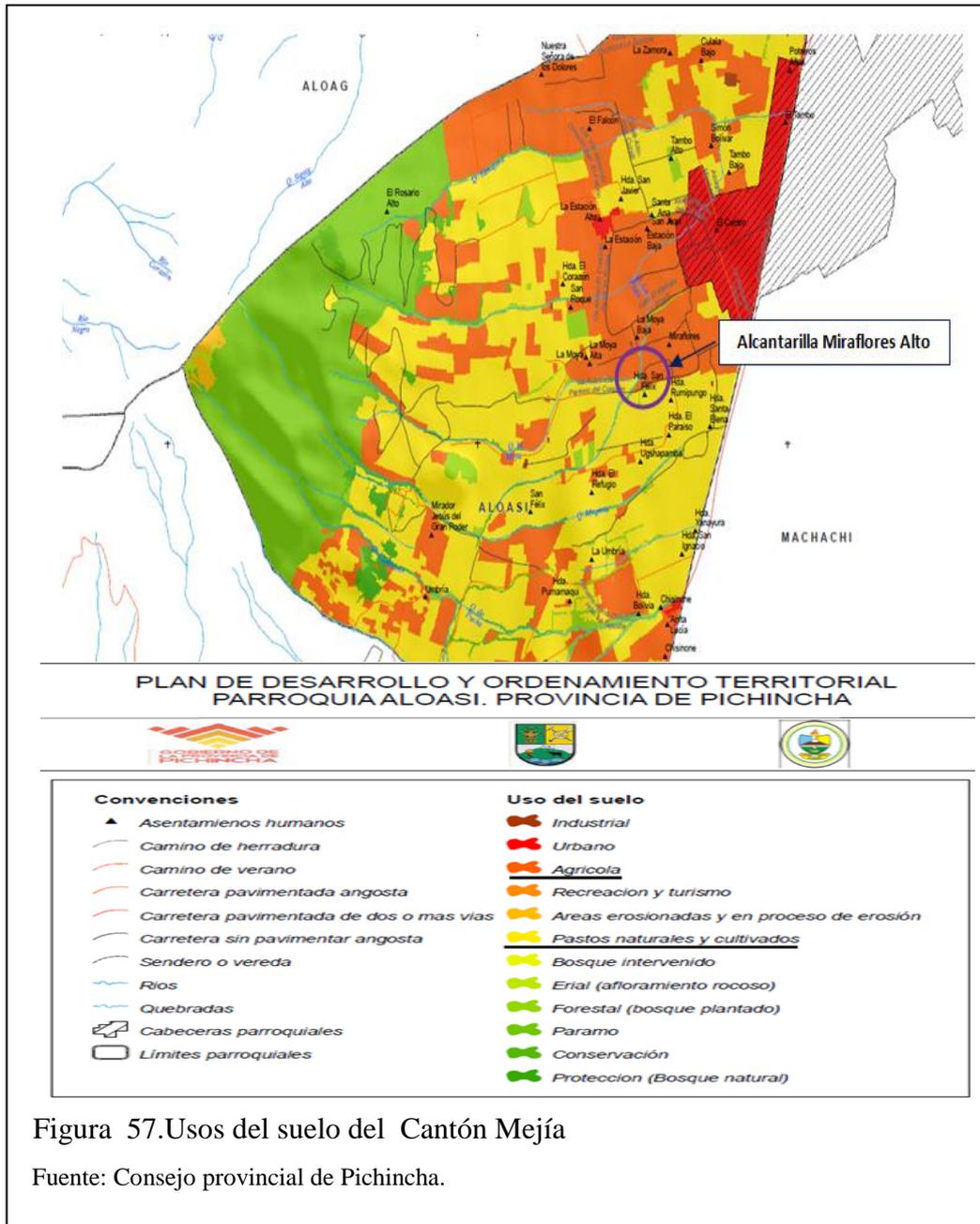


Figura 57. Usos del suelo del Cantón Mejía

Fuente: Consejo provincial de Pichincha.

Los moradores de la vía en estudio, se dedican en su mayoría a la agricultura y ganadería, por lo que se asume 2 tipos de uso de suelo como son: 60% agrícola y 40% pastos naturales - cultivados.

- Se determina el número hidrológico del tipo de suelo (CN), el cual se basa en el grupo y uso del suelo como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 87. Clasificación de los suelos del cantón Mejía en función de la geología

Números de curva de escorretía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana.					
Descripción del uso de tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada :	sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales :	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques :	troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena.	45	66	77	83
		25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta pasto en el 75% o mas aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%		39	61	74	80
		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocio (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial:					
Tamaño promedio de lote	Porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
grava		76	85	89	91
tierra		72	82	87	89

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo, Autor Rodrigo Lemus

De la tabla se obtiene los siguientes números de curva: para pastizales = 39 y para agrícolas = 72

- Primero se debe calcular el CN  
 Pastizales = 40 %; número de curva = 39  
 Suelos agrícolas = 60 %; número de curva = 72  
 $CN = 0,40 * 39 + 0,60 * 72$   
**CN = 58.8**

- Se procede a calcular la retención potencial máxima (S):

Ecuación 13. Retención potencial máxima

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) mm$$

**Dónde:**

CN= número hidrológico

S= retención potencial máxima

**Cálculo:**

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{58.80} - 10 \right) mm$$

$$S = 177.97 mm$$

**Cálculo de la precipitación efectiva**

Fórmulas a utilizar

- Tiempo de concentración

$tc = 0.0195 * \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$  Para la determinación del tiempo de concentración se utilizara la fórmula de “California highways and Public Works 1942 ” (Kirpich).

**Dónde:**

L= longitud del cauce principal (m) = 4780 m

$\Delta H$ = Desnivel entre cotas.

- Intensidad

Ecuación 14. Intensidad

$$I = \frac{238.49 * Id_{TR}}{tc^{1.423}} mm/h$$

**Donde:**

$Id_{TR}$ = intensidades diarias para un periodo de retorno dado = 2 este valor fue obtenido anteriormente del mapa de las isolneas figura 49.

$t_c$  = tiempo de concentración

- Precipitación total

Ecuación 15. Precipitación total

$$P = \frac{I * t}{60}$$

**Dónde:**

I= intensidad

t = tiempo = 1440.

Una vez estimada la retención potencial máxima, se procede a estimar la precipitación efectiva o profundidad de escorrentía con los valores de precipitación total (P) y retención potencial máxima (S):

Ecuación 16. Precipitación efectiva

$$Pe = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S}$$

**Dónde:**

Pe= precipitación efectiva

P= precipitación total

I= intensidad

En el siguiente cuadro se indica los valores de precipitación efectiva para las siguientes alcantarillas:

Tabla 88. Precipitaciones efectivas

Cálculo de la precipitación efectiva												
Alcantarilla	L	cota max (m)	cota mín (m)	$\Delta H$ (m)	CN	S (mm)	$t_c$ (min)	Idr=25 años	I (mm/h)	t	Precipitación total (P) mm	Precipitación efectiva (Pe) mm
Miraflores Alto	4780	4040	3130	910	58.8	177.97	25.15	2	4.85	1440	116.34	25.20
ABS: 2+510	9572.05	4350	3150	1200	58.8	177.97	50.42	2	1.80	1440	43.24	0.31

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### Cálculo del caudal

El cálculo del caudal se lo realizara en base al método S.C.S, el cual utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 17. Caudal método S.C.S

$$Q = \frac{A * Pe}{t}$$

#### Dónde:

A= área de la cuenca

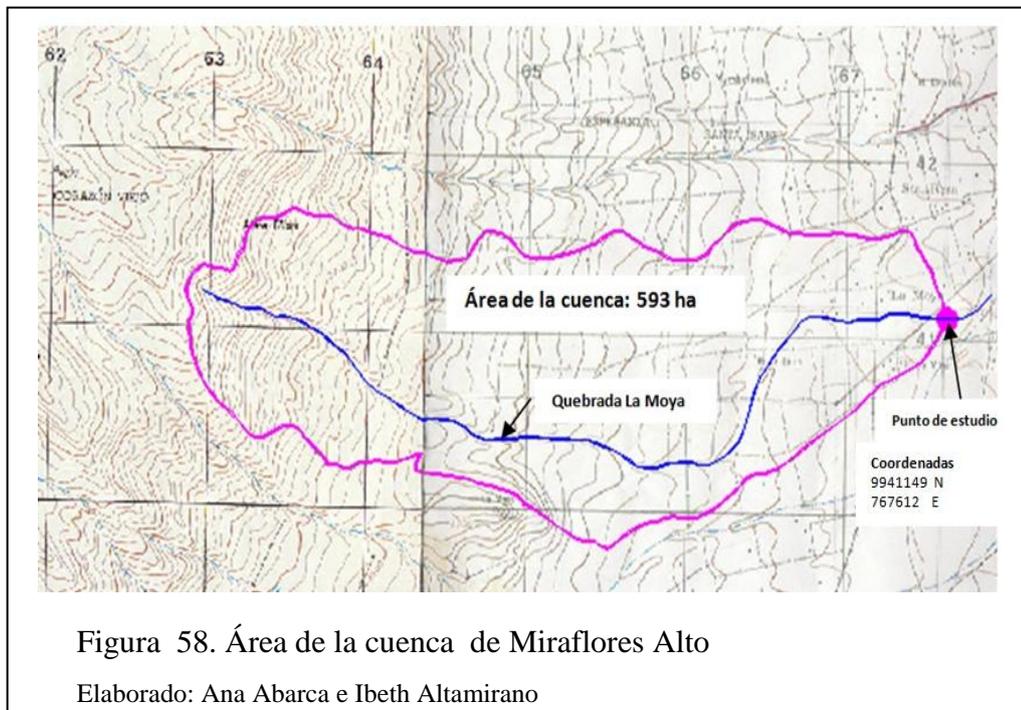
Pe= precipitación efectiva

t= tiempo

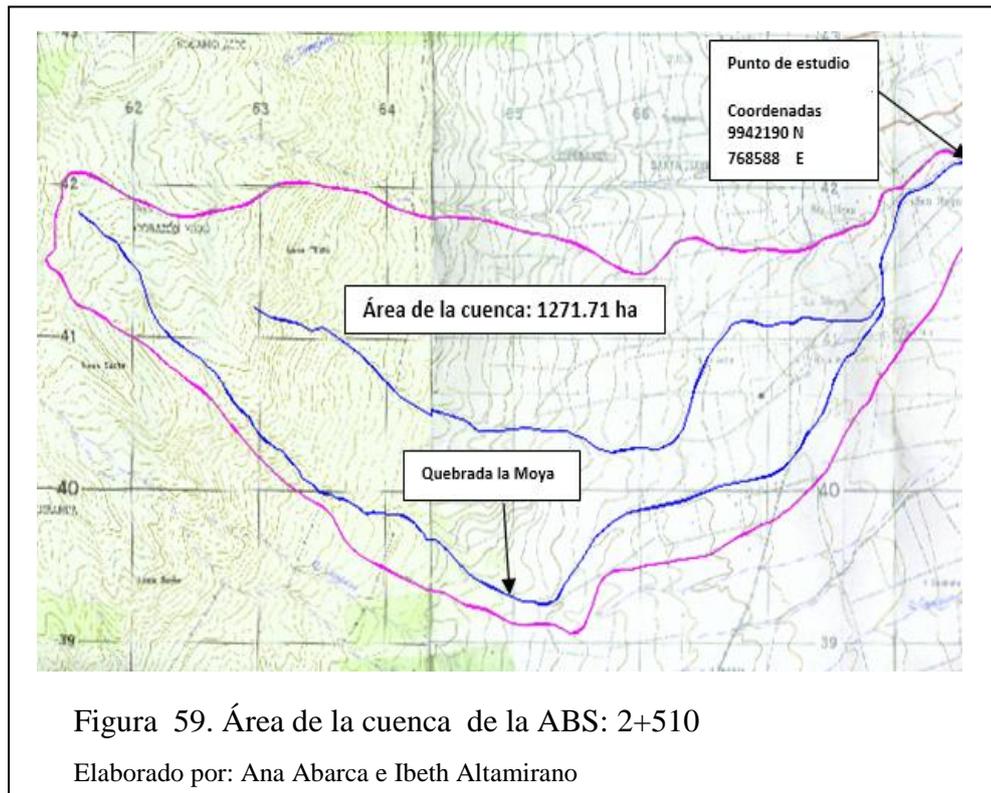
### Determinación del área de la cuenca

Las áreas fueron obtenidas por medio del trazado de la cuenca en la carta hidrológica del sector a escala 1:25000 como se indica a continuación:

Cuenca de la alcantarilla de Miraflores Alto



## Cuenca de la alcantarilla de la ABS: 2+510



Fórmula para calcular el caudal de diseño:

$$Q = \frac{A * Pe}{t}$$

Una vez calculado el caudal de diseño se procede a determinar el diámetro óptimo de la alcantarilla.

### **Datos a utilizar:**

Q= calculado

Las pendientes normales (J) van de 0.5% a 2%, para el diseño se toma el valor de 1%

J= 1% = 0.01

La rugosidad (n) se tomó en base al tipo de material de la alcantarilla, en este caso se utilizará una alcantarilla de acero corrugado armico, esta rugosidad se obtuvo de la siguiente tabla:

Tabla 89. Coeficientes de rugosidad de Manning

Coeficiente de rugosidad de Manning	
Materiales	Coeficiente de Manning (n)
Asbesto cemento	0.011
Latón	0.011
Tabique	0.015
Hierro fundido	0.012
Concreto(cimbra metálica)	0.011
Concreto(cimbra madera)	0.015
Concreto simple	0.013
Cobre	0.011
Acero corrugado	0.022
Acero galvanizado	0.016
Acero(esmaltado)	0.01
Acero ( nuevo, sin recubrimiento)	0.011
Acero (remachado)	0.019
Plomo	0.011
Plástico(P.V.C)	0.009
Madera(duelas)	0.012
Vidrio(laboratorio)	0.011

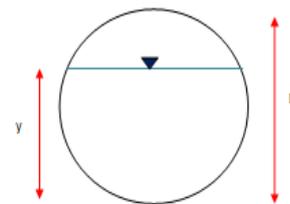
Fuente: Libro de Ingeniería de carreteras volumen 2, autores: Carlos Kraemer, José María Pardillo – año 2004.

De la tabla se obtiene una rugosidad de  $n = 0.022$

$V = ??$

$y = ??$

Se asume un diámetro ( $D$ ) = 1.00 m



Fórmulas a utilizar:

1. Para determinar el área de la alcantarilla

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

**Dónde:**

D= diámetro de la alcantarilla

A= área de la alcantarilla.

2. Velocidad a flujo lleno.

$$V_{LL} = \frac{1}{n} * J^{1/2} * R^{2/3}$$

$$R = D/4$$

**Dónde:**

$V_{LL}$  = Velocidad a flujo lleno

J= pendiente

R= radio hidráulico

D= diámetro de la alcantarilla

3. se utiliza la relación caudal de diseño (Q) / caudal lleno ( $Q_{LL}$ ) para calcular el caudal a flujo lleno.

$$Q_{LL} = A * V_{LL}$$

**Dónde:**

A= área de la alcantarilla

$V_{LL}$  = Velocidad a flujo lleno

$$\frac{Q}{Q_{LL}} = K$$

En los siguientes cuadros, se indica los parámetros de diseño para el cálculo de las alcantarillas y el cálculo del diámetro de la tubería de PVC para la evacuación de las aguas lluvias para el tramo de vía que no posee alcantarillado:

Tabla 90. Cálculo del diámetro de la tubería para la conducción de las aguas lluvias hacia la alcantarilla 0+635.

Q max calculado desde la abscisa 0+160 hasta la 0+750	J	n	Diámetro asumido	Área	VLL	QLL
0.023	0.02	0.014	0.3	0.07	1.80	0.13

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 91. Parámetros de diseño de las alcantarillas

Ubicación	Pe	Área de la cuenca (m <sup>2</sup> )	t	Q (m <sup>3</sup> /s)	J	n	Diámetro asumido (m)	Área	VLL	QLL	K
ALCANTARILLA MIRAFLORES	25,20	5930000,00	86400	1,730	0,01	0,022	1,5	1,77	2,37	4,18	0,41
ALCANTARILLA ABS: 2+510	0,31	12717134,28	86400	0,069	0,01	0,022	0,5	0,20	1,14	0,22	0,31
ALCANTARILLA ABS:0+607.5	----	----	----	0,034	0,01	0,022	0,6	0,28	1,28	0,36	0,09
ALCANTARILLA ABS:0+160	----	----	----	0,012	0,01	0,022	0,6	0,28	1,28	0,36	0,03

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Este valor de K para cada alcantarilla se dibuja en el siguiente ábaco para determinar y/ do.

### Alcantarilla en el sector de Miraflores Alto

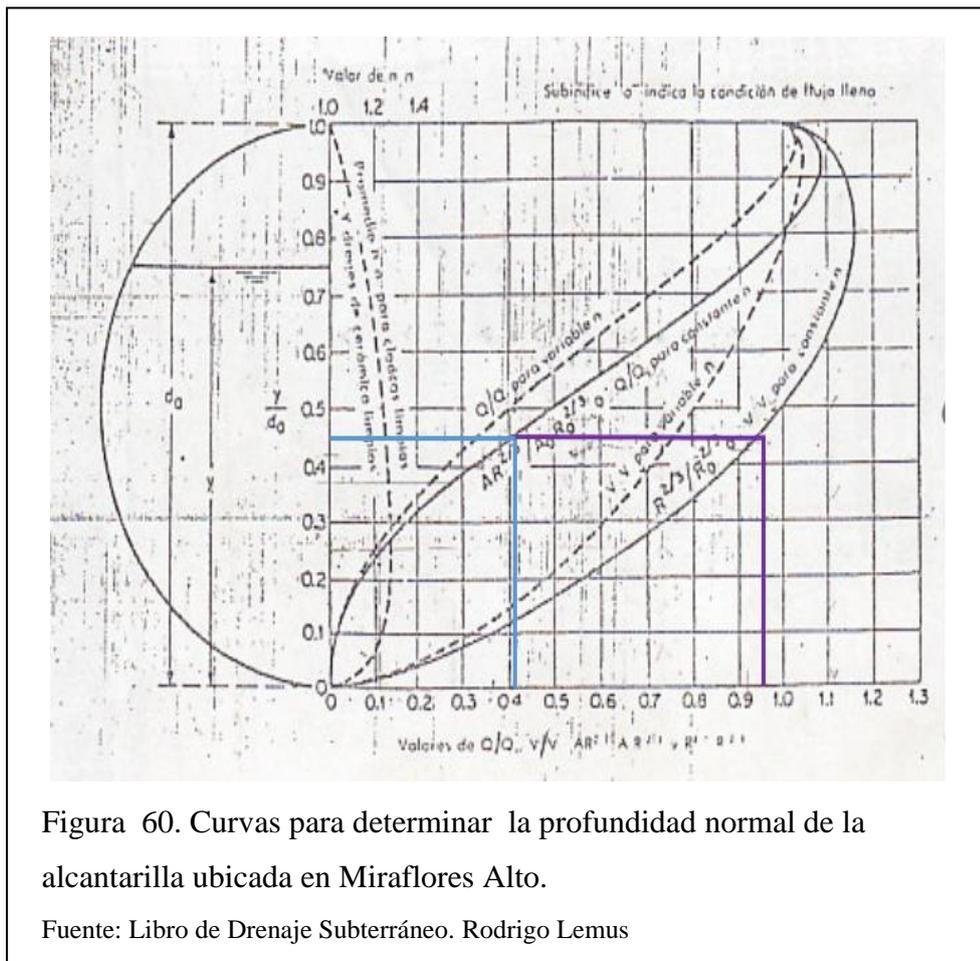


Figura 60. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en Miraflores Alto.

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo. Rodrigo Lemus

De la tabla se obtiene un  $y/do = 0,45$  y  $V/VLL = 0.96$

## Alcantarilla en la Abscisa 0+160

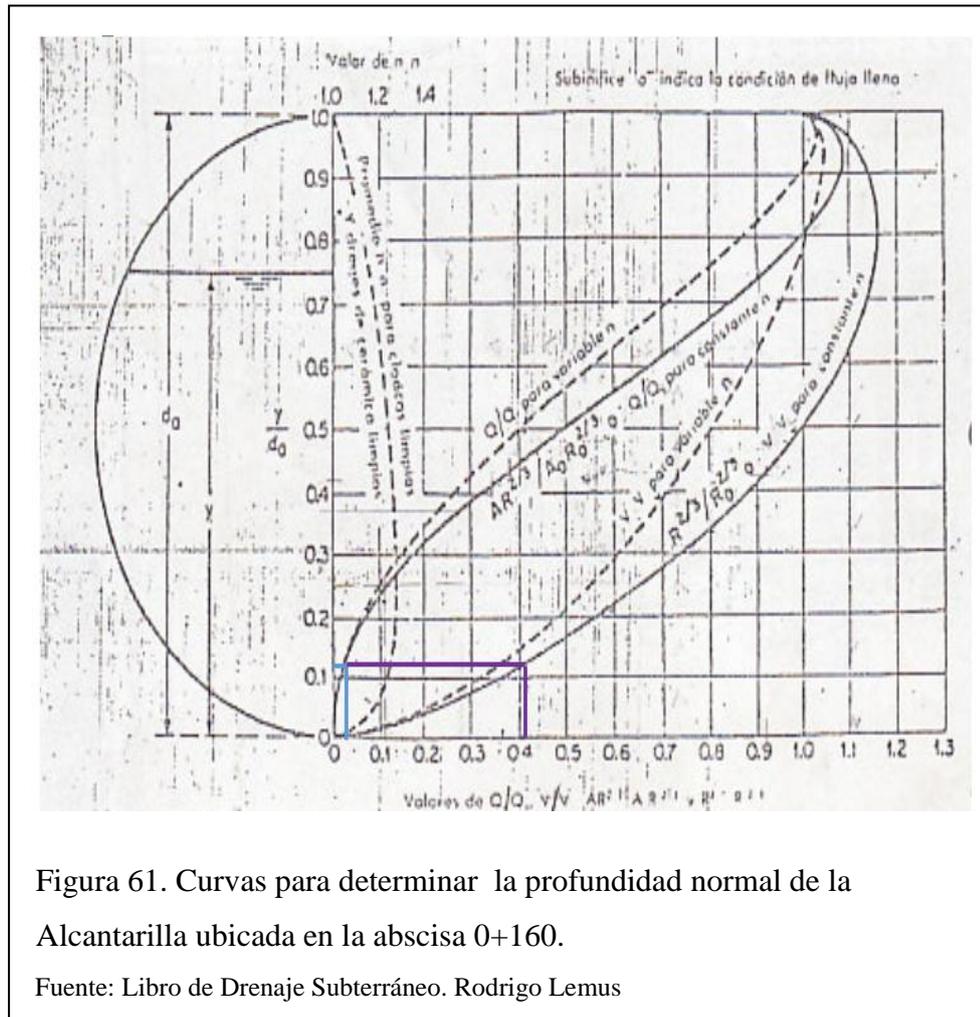


Figura 61. Curvas para determinar la profundidad normal de la Alcantarilla ubicada en la abscisa 0+160.

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo. Rodrigo Lemus

De la tabla se obtiene un  $y/d_0 = 0,13$  y  $V/VLL = 0.41$

## Alcantarilla en la Abscisa 0+607.5

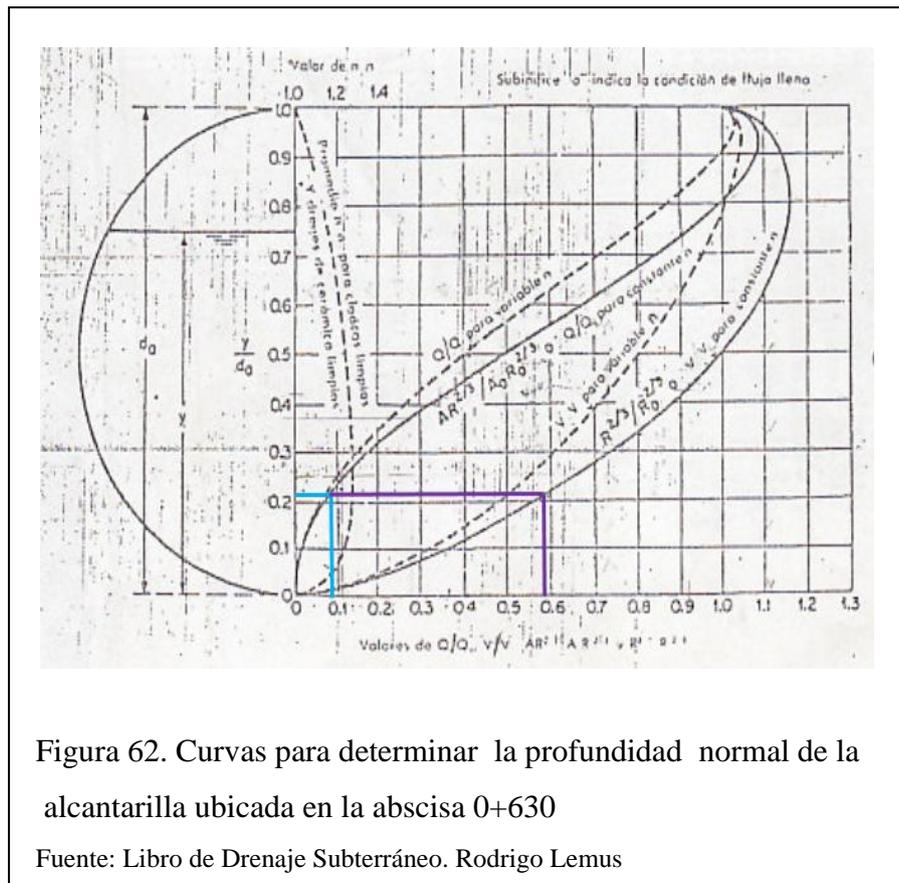


Figura 62. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en la abscisa 0+630

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo. Rodrigo Lemus

De la tabla se obtiene un  $y/d_0 = 0,22$  y  $V/VLL = 0,59$

## Alcantarillas en la Abscisa 2+510

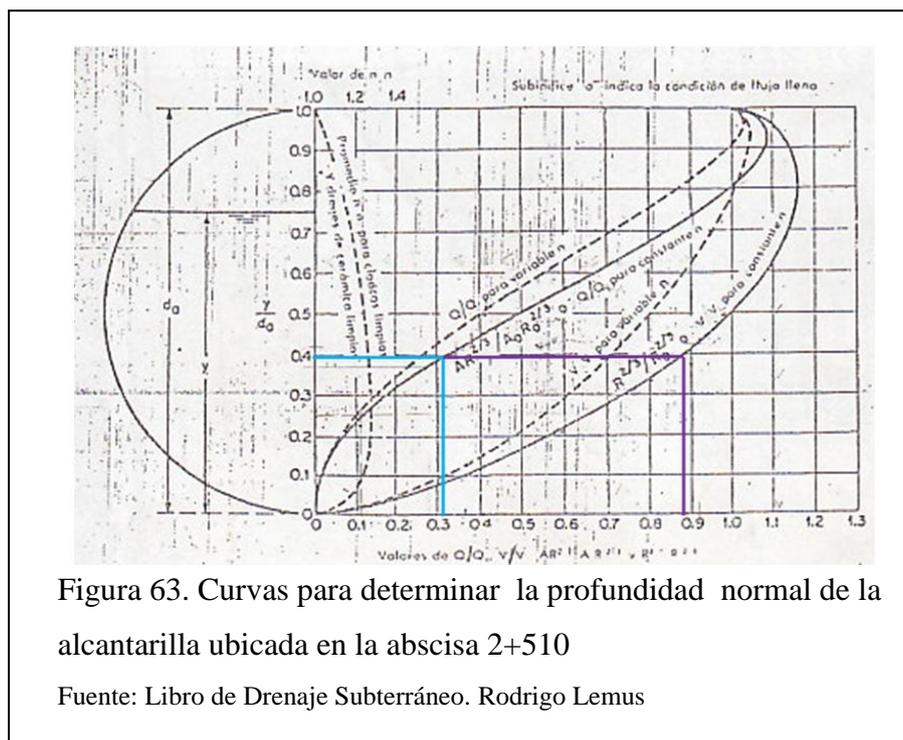


Figura 63. Curvas para determinar la profundidad normal de la alcantarilla ubicada en la abscisa 2+510

Fuente: Libro de Drenaje Subterráneo. Rodrigo Lemus

De la tabla se obtiene un  $y/d_0 = 0,40$  y  $V/VLL = 0.89$

Una vez obtenidos los valores de para cada alcantarilla de los ábacos se determina la velocidad de circulación del flujo (V) y el nivel del agua dentro de la alcantarilla (y), cabe indicar que las velocidades calculadas a continuación deben ser mayores a la velocidad mínima de 0,35 m/s para evitar sedimentación.

Tabla 92. Velocidad de circulación de flujo

Ubicación	y/d <sub>0</sub>	D(m)	y	V/VLL	V(m/s)
Alcantarilla Miraflores Alto	0.45	1.5	0.68	0,96	2,27
Alcantarilla ABS:0+160	0.40	0.5	0,19	0,89	1,01
Alcantarilla ABS:0+635	0.22	0.6	0.13	0.59	0.76
Alcantarilla ABS: 2+510	0.13	0.6	0.08	0.95	0,53

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De la tabla 92 se observa que las velocidades obtenidas son mayores a la mínima de 0,35 m/s y menores que la máxima de 4.5 m/s.

A continuación se describe el tipo de alcantarilla a utilizar:

### Alcantarillas Empernables Armico

- **Paso mediano (PM - 100) Especificación (MOP – 001-F-2002) Secciones: 602 y 821**

Esta alcantarilla se la conforma con una corrugación PM- 100 para alcanzar diámetros desde 0.60 m hasta 2.4 m, con capacidad para soportar cargas de relleno considerables.

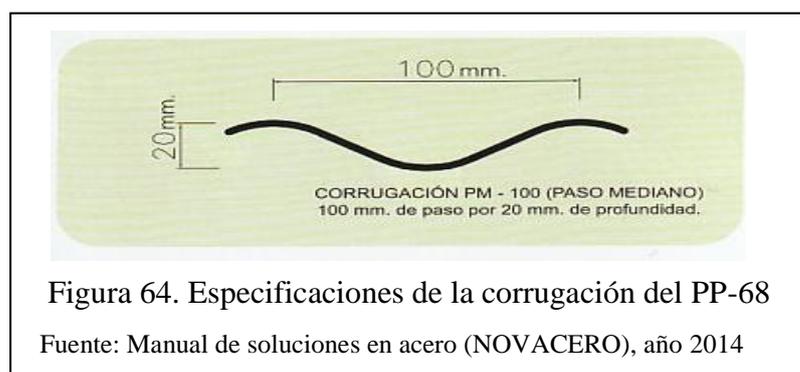


Figura 64. Especificaciones de la corrugación del PP-68

Fuente: Manual de soluciones en acero (NOVACERO), año 2014

El armado se lo hace con pernos de alta resistencia de 12 mm de diámetro de acuerdo a normas nacionales e internacionales.

### **6.8 Muros de cabecera**

Son muros generalmente en concreto reforzado que se construye en la entrada y salida de las alcantarillas. En la entrada o acceso a la alcantarilla estos muros retienen el talud de los terraplenes disminuyendo la longitud del conducto, protegen al terraplén de la erosión y socavación. (Normas de diseño geométrico de carreteras - 2003).

Las cabeceras se construyen generalmente in situ de mampostería de piedra o ladrillos, de hormigón simple o armado.

*El objeto del muro de cabecera es:*

- Retener el talud del terraplén
- Encauzar la corriente hacia el conducto, actuando como transición entre el cauce y el conducto.
- Proteger el talud de las socavaciones

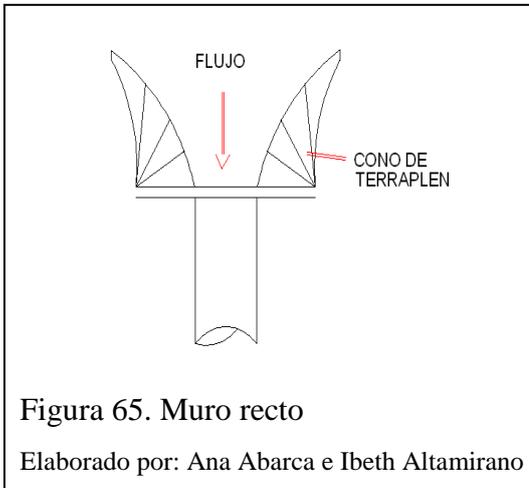
*Además debe contemplarse en su diseño:*

- Que no sean peligrosas o molestas para el tránsito, tener buena apariencia y ser económicas.

Es muy común proyectar ambas cabeceras, la de entrada y salida con las mismas características, sin considerar que cada una de ellas cumple una función distinta. La de entrada dirige la corriente hacia la alcantarilla y su forma debe ser tal que disminuya la pérdida de carga por la entrada, facilitando que la alcantarilla trabaje a su capacidad máxima; la de salida en cambio debe disipar la energía cinética que lleva la corriente para que no se produzca socavación del cauce aguas abajo.

## ***Tipo de muros de cabecera y empleo indicado***

### ***Muro recto***

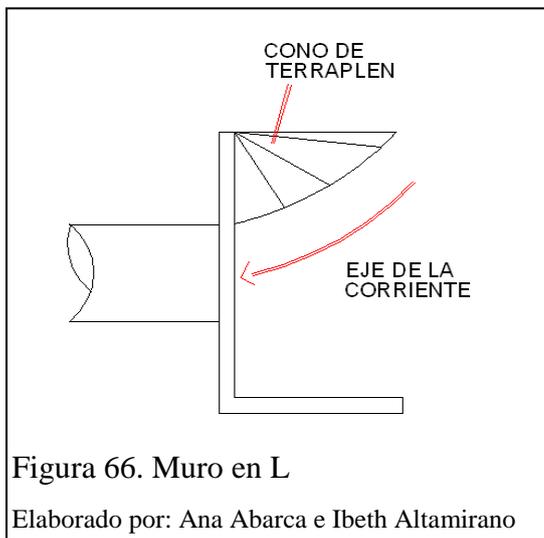


**ke= 0.50** (aristas vivas)

**ke= 0.40** (aristas redondeadas)

Se usa para alcantarillas pequeñas en pendientes suaves cuando el eje de la corriente coincide con el eje de la alcantarilla.

### ***Muro en L***

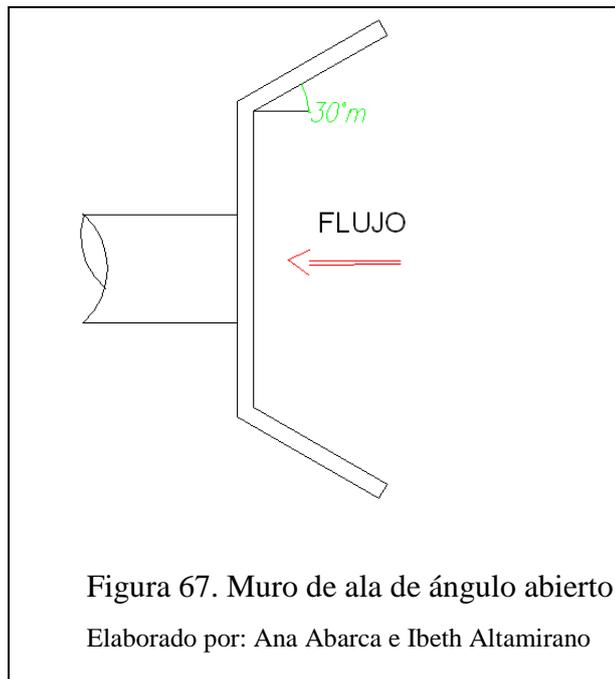


**ke= 0.50** (aristas vivas)

**ke= 0.30** (aristas redondeadas)

Se utiliza cuando es necesario un cambio brusco en la dirección de la corriente.

### ***Muro de ala de ángulo abierto***

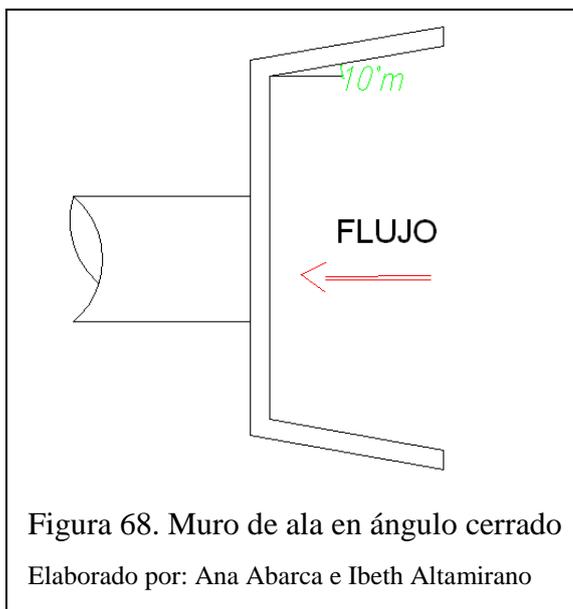


**ke= 0.30** (aristas vivas)  
**ke= 0.20** (aristas redondeadas)

Figura 67. Muro de ala de ángulo abierto  
Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Se utiliza en la mayoría de los casos especialmente en cauces definidos con velocidad de llegada moderada.

### ***Muro de ala en ángulo cerrado***

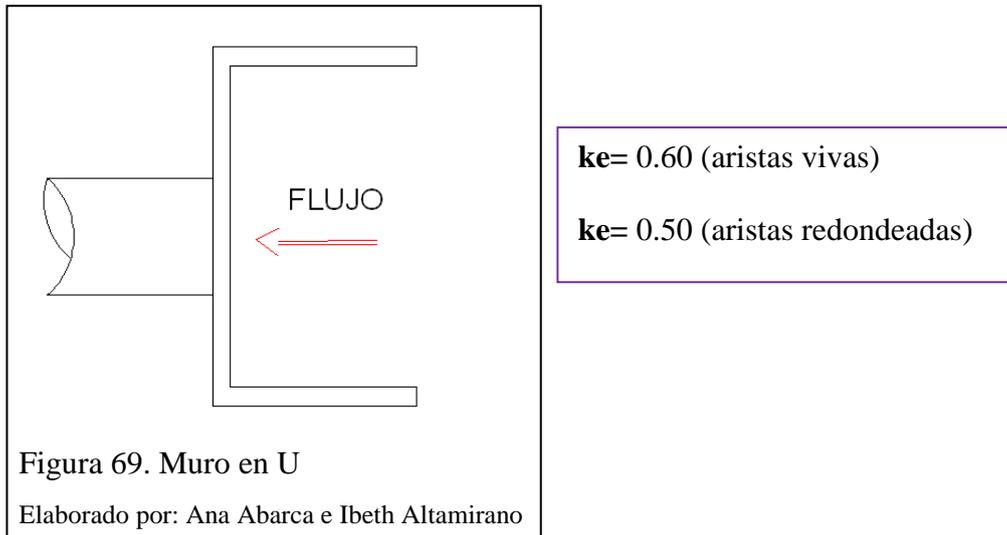


**ke= 0.30** (aristas vivas)  
**ke= 0.20** (aristas redondeadas)

Figura 68. Muro de ala en ángulo cerrado  
Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Se utiliza en cauces bien definidos con abundante arrastre y velocidades de llegadas grandes. Tiene la ventaja de orientar el arrastre facilitando su paso a través de la estructura.

### Muro en U



Son los más sencillos y económicos constructivamente pero lo más ineficientes hidráulicamente. Puede emplearse en alcantarillas pequeñas donde las velocidades de salida son bajas o el cauce no está sujeto a erosión.

En el proyecto se diseñará muros de ala de ángulo abierto debido a que la velocidad de circulación no supera a la velocidad admisible.

#### 6.8.1 Diseño del muro de ala de las alcantarillas

##### 6.8.1.1 Flujo de control de entrada ( $H_e$ ).

De acuerdo la altura que alcanza la corriente aguas arriba de la alcantarilla, respecto al dintel de la misma se distinguen dos casos.

1. Condición de entrada a flujo libre  $H_e \leq 1.2 H$  ó  $D$
2. Condición de entrada a flujo a presión  $H_e \geq 1.2 H$  ó  $D$

Las variables que intervienen en este tipo de flujo son: tipo y dimensiones de la sección transversal.

Procedimiento de cálculo a flujo libre:

1. Se utilizará el caudal de diseño anteriormente calculado.
2. Se propone un tipo de alcantarilla, forma y dimensiones.
3. Se elige un tipo de entrada.
4. Se calcula el nivel que debe formarse a la entrada ( $h_e$ ) necesaria para permitir el paso del caudal de diseño; si ese nivel verifica las condiciones del proyecto, es decir, no supera la altura máxima admisible para el agua a la entrada de la alcantarilla, se continua con el paso 5 de lo contrario se vuelve al paso 2.
5. Se observa el nivel ( $h_e$ ) que no sea demasiado pequeño, es decir que la alcantarilla no se haya sobredimensionado, pues esto ocasionaría costos excesivos e innecesarios.
6. Se adopta la alcantarilla propuesta como una de las soluciones posibles al problema, para esto se utiliza nomograma de alcantarillas circulares de concreto con control de entrada.

### **Cálculo**

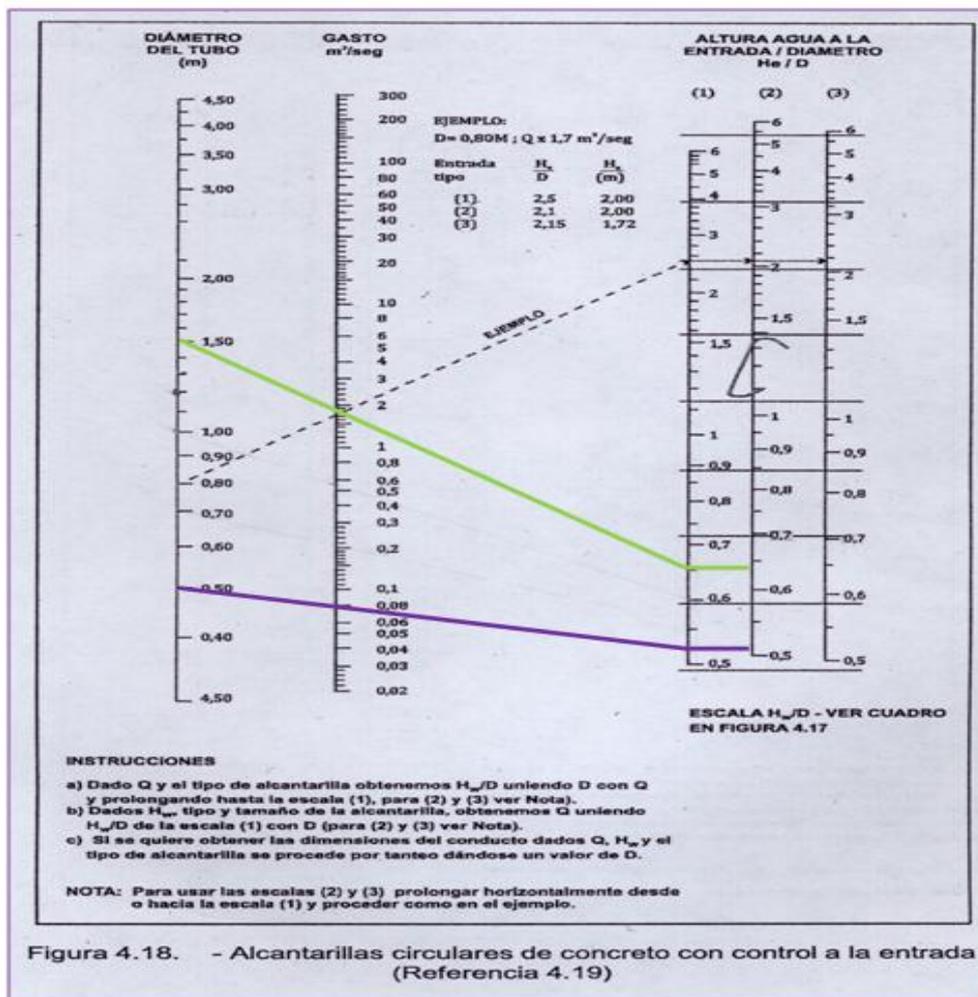
La alcantarilla a utilizar será circular de armico en las cuales se utilizará los diámetros y caudales anteriormente calculados como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 93. Datos de caudales y diámetros calculados

Ubicación	Q (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro calculado (m)
Alcantarillas Miraflores	1,730	1,5
Alcantarilla ABS: 2+510	0,069	0,5

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Con los datos de la tabla 93, se procede a graficar en el nomograma de alcantarillas circulares de concreto con control a la entrada como se indica:



Del nomograma se obtuvo la altura de entrada de las alcantarillas

Tabla 94. Altura de entrada de las alcantarillas (He)

Ubicación	He (m)
Alcantarillas Miraflores	0,64
Alcantarilla ABS: 2+510	0,51

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### 6.8.1.2 Flujo de control de salida (hs).

Para el diseño de control de salida se seguirá el siguiente procedimiento.

1. Tipo y dimensiones de la sección transversal.
2. Geometría de la embocadura con muro de cabecera 30 grados respecto al eje del flujo.
3. Nivel de agua a la entrada, se utiliza la altura (He)= 0.64
4. Nivel de agua a la salida.
5. Pendiente del conducto
6. Rugosidad del conducto
7. Largo del conducto.

Estos datos se dibuja en el nomograma para flujo con control de salida, pero en este caso no es posible debido a que los caudales de diseño de las alcantarillas son muy pequeños, por lo que se asume que el flujo de control de entrada (He) es supercritico.

Una vez determinados los diámetros a utilizar en las alcantarillas se procede a verificar si el tipo de flujo es libre por medio de la siguiente ecuación.

$$He \leq 1.2 H \text{ ó } D$$

**Dónde:**

He= altura de entrada

D= diámetro de la alcantarilla

Tabla 95. Altura de entrada de las alcantarillas (He)

Ubicación	He (m)	1.2 *D
Alcantarillas Miraflores	0,64	1,8
Alcantarilla ABS: 2+510	0,51	0,6

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

La tabla 95, indica que se cumple la condición de la ecuación a flujo libre.

En base a los cálculos realizados se procede a realizar la comparación de los diámetros adoptados con los diámetros de las alcantarillas existentes ubicadas en la abscisa 0+160, 2+510 y en el sector de Miraflores alto como se indica en el siguiente cuadro.

Tabla 96. Comparación entre diámetros existentes y adoptados de alcantarillas

Alcantarilla	Diámetro existente	Diámetro calculado
Abscisa 0+160	1m	0.6 m
Abscisa 2+510	1m	0.7 m
Miraflores Alto	1m	1.5 m

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Como se puede observar en la tabla 96, los diámetros calculados de las alcantarillas de la abscisa 0+160 y 2+510 satisfacen los caudales de aporte del sitio, por lo que se recomienda mantener los diámetros existentes de las alcantarillas y se sugiere que se mantenga la alcantarilla existente de la abscisa 0+160 debido a que se encuentra en buen estado; en cambio la alcantarilla ubicada en el sector de Miraflores Alto debe ser cambiada debido a que el diámetro calculado es mayor al diámetro existente además, que se encuentra en mal estado y presenta algunas fisuras como se puede observar en la figura 54.

## **Determinación de la altura del muro de cabecera**

### **Alcantarilla de Miraflores Alto**

En esta alcantarilla la altura del muro de cabecera se adopta de 3 m de acuerdo al diámetro de la tubería y el nivel que fue observado en campo del cambio de estrato. (Ver figura 70)



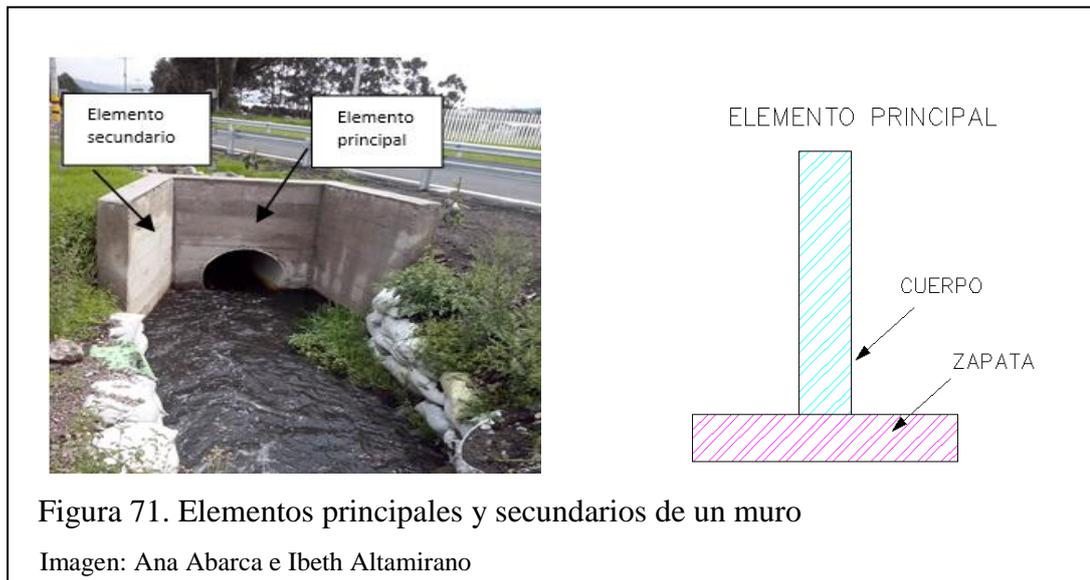
### **Alcantarilla de la abscisa 2+510**

Para esta alcantarilla la altura del muro de cabecera será de 1.60 m, esta altura se determinó en base a la altura de alcantarilla y la altura mínima de relleno que en este caso es de 0,60 m.

## **6.9 Diseño Estructural de los muros de ala**

El cálculo del muro se lo realizará en base a los apuntes de la materia de puentes, la cual se basa en el Código ASSHTO.

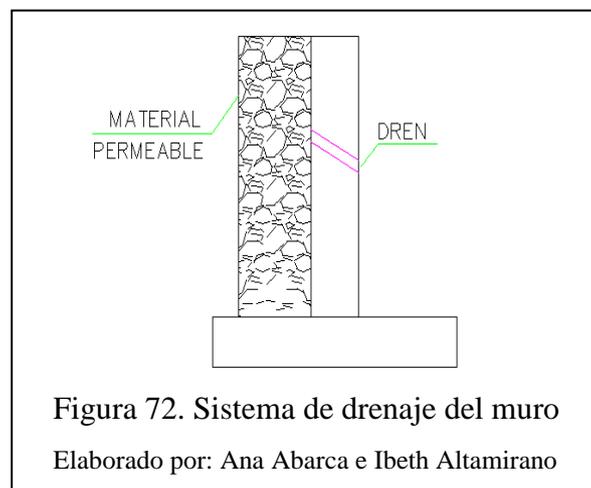
Dentro de los elementos constitutivos del muro se establece como elemento principal el cuerpo y la zapata y como elementos secundarios los muros de ala y sistemas de drenaje.



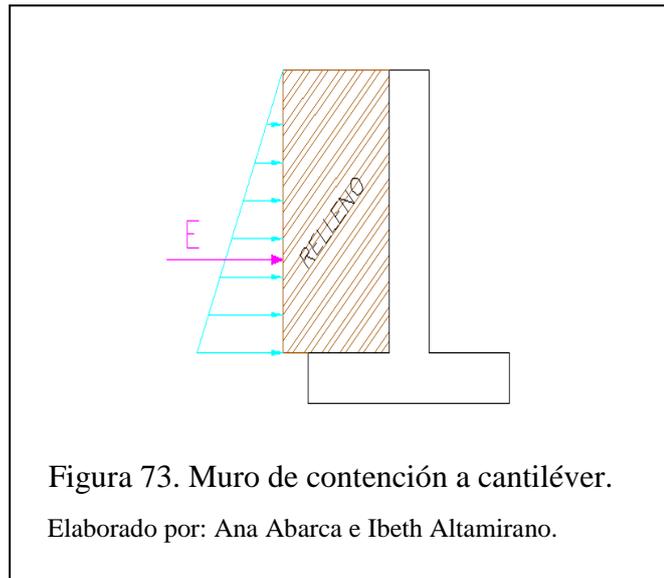
El cuerpo del estribo es el elemento que sirve para confinar el material de relleno.

La zapata es el elemento más importante ya que establece por sí solo la seguridad al volcamiento y la seguridad al deslizamiento.

Los sistemas de drenaje permiten drenar el agua del material de relleno, generalmente está formado por una capa de material permeable que se coloca en la parte posterior del estribo acompañada de drenes que facilitan la evacuación del agua.



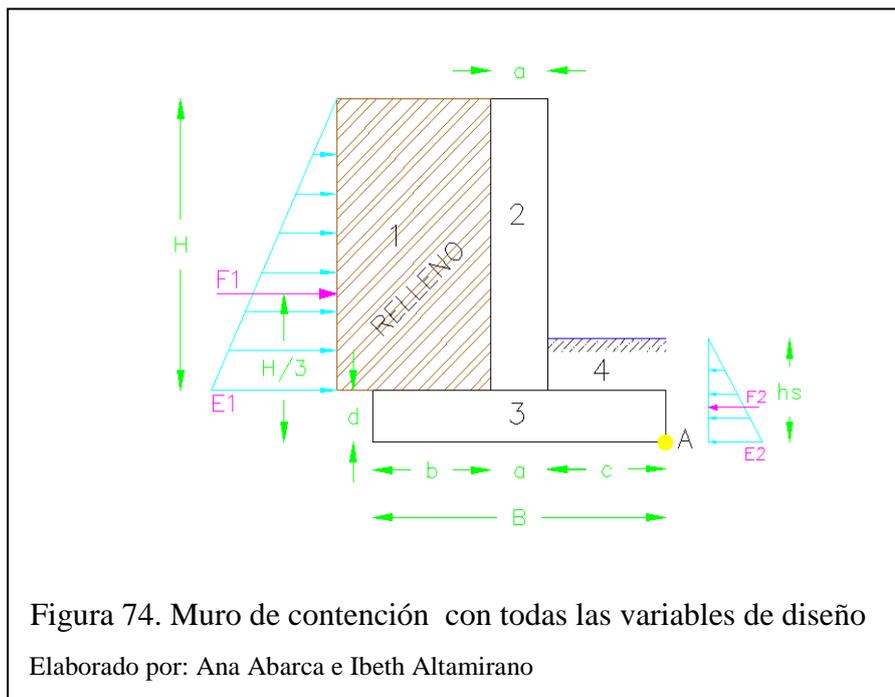
El diseño del muro, se diseñará como muro de contención cantiléver.



Las fuerzas que actúan sobre el muro serán: el empuje del relleno y el peso propio del estribo, en esta etapa se debe comprobar el factor de seguridad al deslizamiento y el factor de seguridad al volcamiento, los cuales tienen que ser mayor o igual a 2.

**Procedimiento de cálculo.**

1. Se debe adoptar el dimensionamiento del muro



**Donde:**

**H** = es la altura en la que se ejerce la presión activa

**Hs** = es la altura en la que se ejerce la presión pasiva

**a** = ancho del muro

**b** = ancho del talón

**c** = ancho del pie

**d** = es la altura de la zapata del muro

**B** = ancho total de la zapata

**E1**= es el empuje total de relleno en la altura H.

**E2**= es el empuje total de relleno en la altura hs.

**F1**= fuerza del empuje activo del relleno

**F2**= fuerza del empuje pasivo del relleno

2. Se debe calcular el empuje en el activo (E1) y pasivo (E2) del relleno, con las siguientes fórmulas.

Ecuación 18. Empuje activo

$$E1 = K_a * \gamma * H$$

Ecuación 19. Empuje pasivo

$$E2 = K_p * \gamma * h_s$$

**Dónde:**

$\gamma$  = es el peso específico del material de relleno sin presencia de nivel freático, el peso específico de la arena limosa es  $= 1.71 \text{ T/m}^3$

**H** = es la altura en la que se ejerce la presión activa.

**Hs** = es la altura en la que se ejerce la presión pasiva.

**Ka** = es el coeficiente de presión activa, que depende del tipo de suelo de relleno.

**Kp** = es el coeficiente de presión pasiva, que depende del tipo de suelo de relleno.

El coeficiente de presión activa y pasiva se calculará en base a las siguientes fórmulas, las cuales corresponden a la teoría de Rankine:

$$K_a = \tan^2 \left[ 45 - \frac{\phi}{2} \right]$$

$$Kp = tg^2 \left[ 45 + \frac{\phi}{2} \right]$$

El ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), depende del tipo de material de relleno, en este caso el relleno se realizará con el material del lugar el cual corresponde a una arena limosa con un ángulo de fricción de 24 a 30 grados, donde se asume un ángulo de fricción interna = 26 grados. (Lambe, Whitman, 2005.pg 224)

A continuación se procede a calcular el coeficiente de presión activa y pasiva como se indica:

$$Ka = tg^2 \left[ 45 - \frac{\phi}{2} \right]$$

$$Ka = tg^2 \left[ 45 - \frac{26}{2} \right]$$

$$Ka = 0.39$$

$$Kp = tg^2 \left[ 45 + \frac{\phi}{2} \right]$$

$$Kp = tg^2 \left[ 45 + \frac{26}{2} \right]$$

$$Kp = 2.56$$

3. Se procede a determinar la fuerza del empuje activo (F1) y pasivo (F2) con las siguientes ecuaciones.

Ecuación 20. Fuerza del empuje activo

$$F1 = \frac{E1 * H}{2}$$

Ecuación 21. Fuerza del empuje pasivo

$$F2 = \frac{E2 * hs}{2}$$

**Dónde:**

**E1**= es el empuje total de relleno en la altura H.

**E2**= es el empuje total de relleno en la altura hs.

**H** = es la altura en la que se ejerce la presión activa

**hs** = es la altura en la que se ejerce la presión pasiva

4. Se debe calcular el peso de cada parte del muro y del relleno por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 22. Fuerza del peso del muro

$$W = h * b * 1 \text{ m} * \gamma$$

**Dónde:**

**W** = peso (Ton)

**B** = ancho (m)

**h** = alto (m)

$\gamma$  = es el peso específico del suelo o del hormigón ( $T/m^3$ ).

5. Luego de haber obtenido los de cada parte del muro y del relleno, se debe determinar los momentos de cada parte con respecto al punto A.

6. Se procede a determinar el factor de seguridad al deslizamiento (FSD) y al volcamiento (FSV) por medio de las siguientes fórmulas.

Ecuación 23. Factor de seguridad al deslizamiento

$$FSD = \frac{u * WT}{F1}$$

**Dónde:**

**u** = coeficiente de rozamiento hormigón – suelo = 0.60

**WT**= peso total

**F1**= fuerza del empuje activo

Ecuación 24. Factor de seguridad al volcamiento

$$FSV = \frac{M_{ext}}{M_{vol}} = \frac{\sum MA + F2 * hs/3}{F1 * H/3}$$

**Dónde:**

$\sum MA$  = es la sumatoria de todos los momentos con respecto al punto A

**H** = es la altura en la que se ejerce la presión activa

**Hs** = es la altura en la que se ejerce la presión pasiva

**F1** = fuerza del empuje activo del relleno

**F2** = fuerza del empuje pasivo del relleno.

7. El cálculo de la presión del suelo se lo realiza por medio de las siguientes formulas:

$$x = \frac{\sum MA - M_{vol}}{\sum W}$$

$$M_{vol} = \left( F1 * \frac{H}{3} - F2 * \frac{hs}{2} \right)$$

**Dónde:**

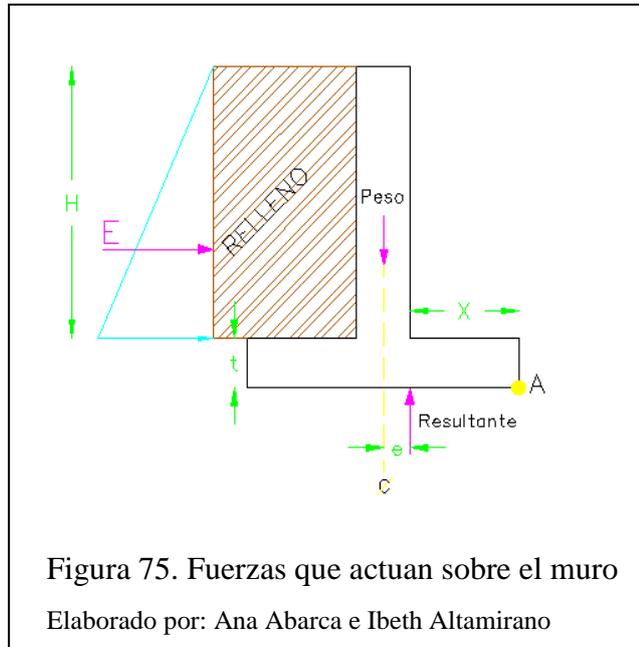
**x** = presión del suelo

$\sum MA$  = es la sumatoria de todos los momentos con respecto al punto A

$\sum W$  = sumatoria de todos los pesos de la estructura y de relleno

**Mvol** = es la diferencia entre la fuerza del empuje activo con la fuerza del empuje pasivo.

8. Para el cálculo de los esfuerzos en el suelo se deberá determinar la posición de la resultante de todas las fuerzas que actúa en el muro, para en base de esta posición determinar la excentricidad y con ella los esfuerzos en los extremos de la zapata que son en donde se producen los mínimos y máximos valores. Es recomendable que la resultante del sistema se ubique en el tercio medio de la zapata.



$$e = \frac{B}{2} - x$$

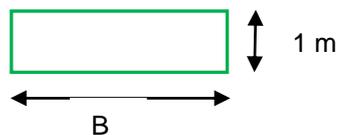
**Dónde:**

- e** = excentricidad
- x** = presión del suelo
- b** = ancho de la zapata

$$G_{1-2} = \frac{W}{B * h} \pm \frac{6 * W * e}{B^2 * h}$$

**Dónde:**

- e** = excentricidad
- B** = ancho de la zapata
- W** = peso.



9. Con los datos de los esfuerzos del suelo se procederá a determinar el momento en el talón y el dedo de la zapata.

10. Finalmente, se realizará el diseño estructural del muro para el cuerpo y zapata por medio de las siguientes formulas:

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu}{0,59 * 0,9 * b * d^2 * f'c}}$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$As = \rho * b * d$$

$$\rho \text{ min} = \frac{14}{fy}$$

**Dónde:**

**W** = Índice de refuerzo

**Mu** = Momento ultimo

**b** = ancho de la pantalla o base del muro

**d** = Es la diferencia entre ancho y el recubrimiento

**f'c** = Resistencia a la compresión uniaxial

**fy** = resistencia a la fluencia del acero.

$\rho$  = cuantía de acero

**As** = Área de acero requerida

$\rho$  **Min** = cuantía de acero mínima.

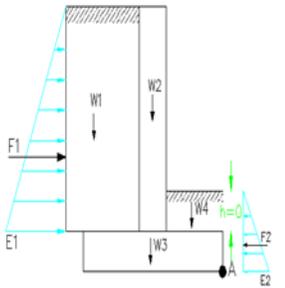
Una vez realizado todos los pasos del procedimiento de diseño, para los muros de las abscisas 0+607.5, 2+510 y la Alcantarilla del sector de Miraflores Alto se obtuvo las siguientes tablas de resultados:

Tabla 97. Dimensiones de las alcantarillas

Gráfico	Ubicación de los muros	Dimensiones						E1= es el empuje total de relleno en la altura H (T/m)	E2= es el empuje total de relleno en la altura hs (T/m)	F1= fuerza del empuje activo del relleno (T)	F2= fuerza del empuje pasivo del relleno (T)	
		a = ancho del muro (m)	b = ancho del talón (m)	c = ancho del pie (m)	d = es la altura de la zapata (m)	B= ancho total de la zapata (m)	H= altura que ejerce la presión activa					hs= altura que ejerce la presión pasiva
	ABS: 0+607,5	0.15	0.35	0.35	0.20	0.85	1.20	0.20	0.800	0.875	0.48	0.09
	ABS: 2+510	0.20	0.50	0.50	0.30	1.20	1.60	0.25	1.060	1.090	0.85	0.14
	Miraflores Alto	0.30	1.00	1.00	0.50	2.30	3.00	0.50	2.000	2.190	3.00	0.55

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 98. Valores calculados de pesos, momentos, factores de seguridad y esfuerzos, para cada muro

Gráfico	Ubicación de la alcantarilla	peso (Ton)		Brazo de Palanca (m)	Momento con respecto al punto A (Tm)	FSD	FSV	X=presión del suelo (m)	e= excentricidad (m)	G1= es el esfuerzo del suelo en el dedo (T/m <sup>2</sup> )	G2= es el esfuerzo del suelo en el talón (T/m <sup>2</sup> )
		W1	W2								
	ABS: 0+607,5	W1	0,72	0,67	0,48	2,13	2,13	0,36	0,07	2,69	0,98
		W2	0,43	0,43	0,18						
		W3	0,41	0,43	0,17						
		W4	0	0,175	0						
	ABS: 2+510	W1	1,37	0,95	1,299	2,17	3,3	0,54	0,06	3,12	1,64
		W2	0,768	0,6	0,461						
		W3	1,152	0,6	0,43						
		W4	0	0,25	0						
	MIRAFLORES ALTO	W1	5,13	1,8	9,234	2,19	3,33	1,04	0,11	5,59	3,15
		W2	2,16	1,15	2,484						
		W3	2,76	1,15	3,174						
		W4	0	0,5	0						

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

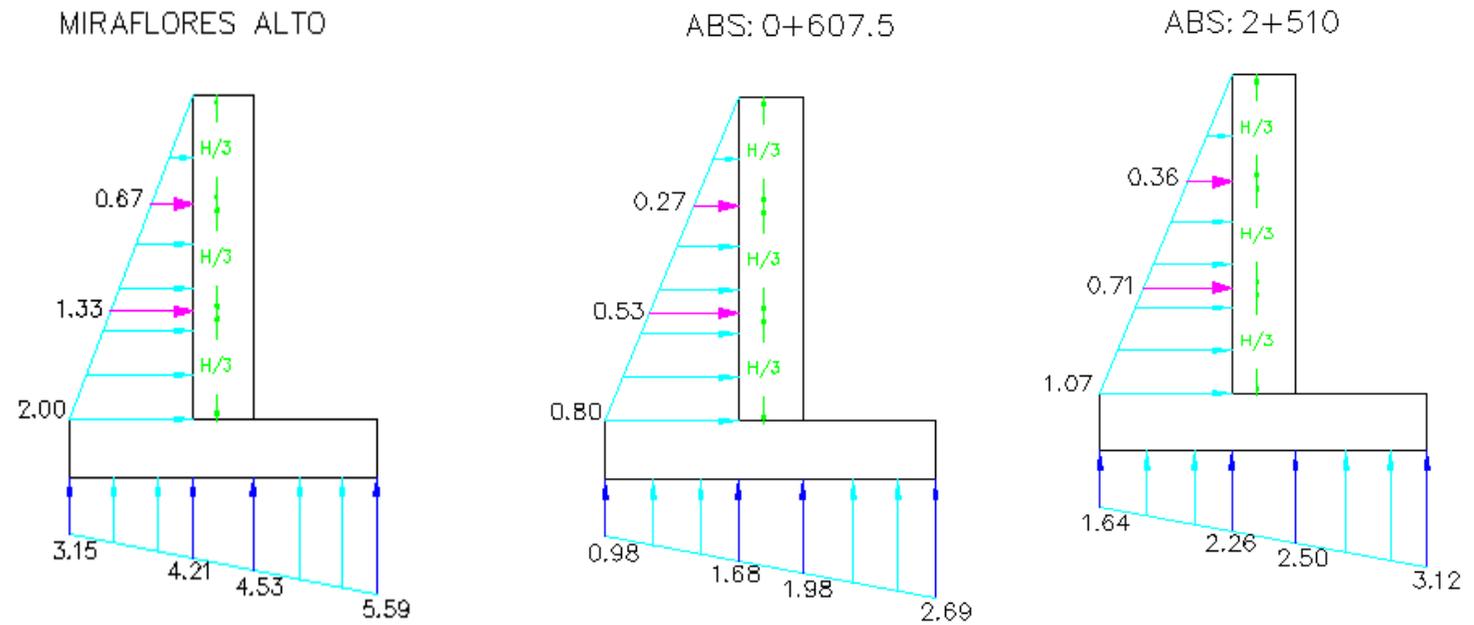


Figura 76. Fuerzas y esfuerzos (Ton) que actúan en el muro

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

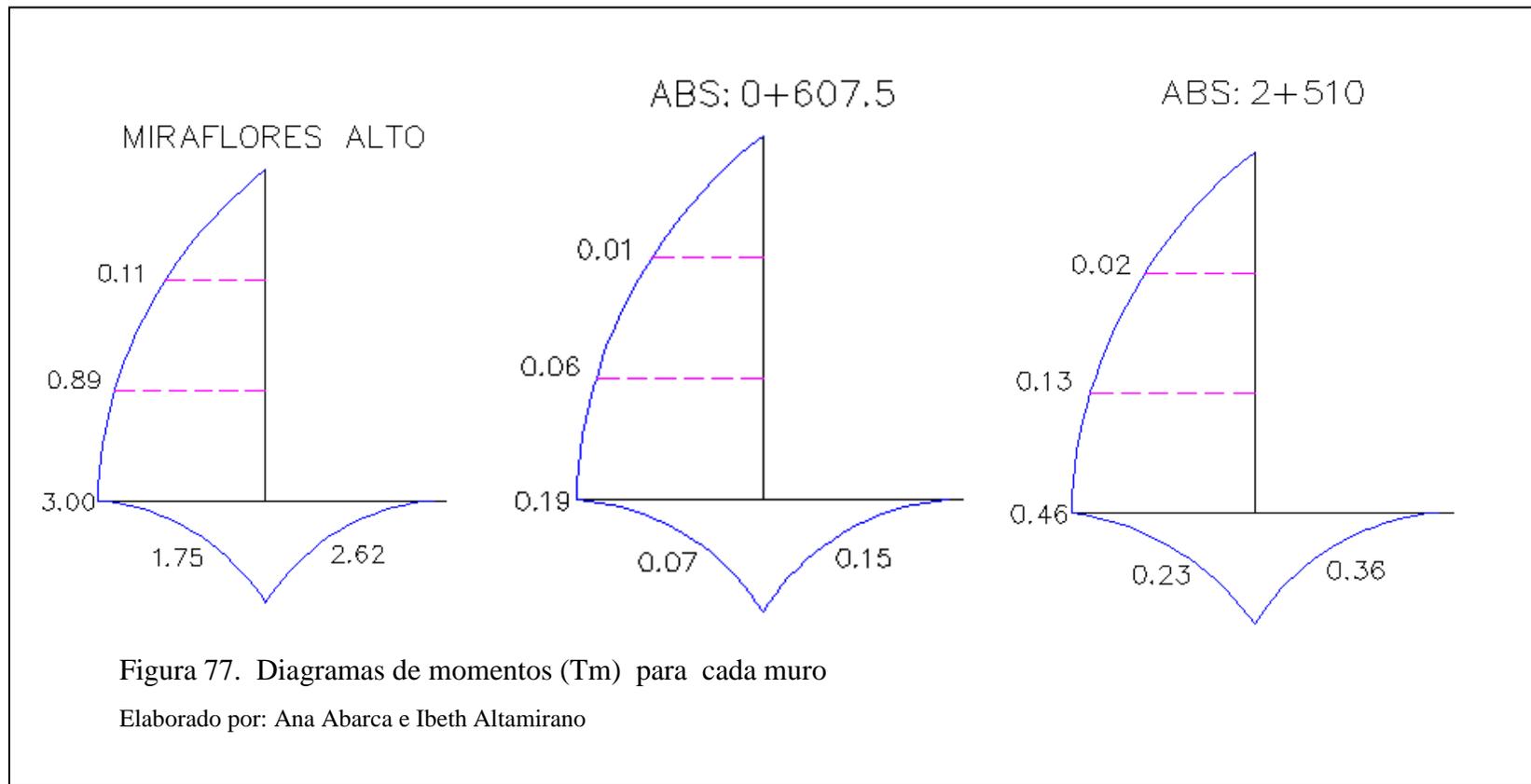


Tabla 99. Datos empleados para el diseño estructural del muro

Diseño						
Datos	ABS: 0+607,5		ABS: 2+510		Miraflones Alto	
	Pantalla	Base	Pantalla	Base	Pantalla	Base
recubrimiento (cm)	7	7	7	7	7	7
b (cm)	100	100	100	100	100	100
d (cm)	8	13	13	18	23	43
f'c (Kg/cm2)	240	240	240	240	240	240
fy (Kg/cm2)	4200	4200	4200	4200	4200	4200

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 100. Momentos últimos, cuantías de acero y áreas de acero requerida para el diseño del muro

Ubicación de la alcantarilla		Mu (T/m2)	W (Ton)	$\rho$	As (cm2)
Miraflones Alto	Pantalla	0,110	0,0004	0,000024	0,05566
		0,890	0,0100	0,000573	1,31752
		3,000	0,0366	0,002094	4,81596
	Base muro	1,750	0,0052	0,000298	1,28265
		2,620	0,0083	0,000473	2,03536
ABS:0+607,5	Pantalla	0,0071	-0,0002	0,000000	-0,01000
		0,0569	0,0048	0,000300	0,22140
		0,1921	0,0187	0,001100	0,85620
	Base muro	0,0744	0,0019	0,000100	0,14240
		0,1502	0,0048	0,000300	0,35940
ABS:2+510	Pantalla	0,017	-0,0003	-0,000017	-0,02170
		0,135	0,0042	0,000243	0,31568
		0,455	0,0167	0,000954	1,24022
	Base muro	0,230	0,0037	0,000210	0,37849
		0,365	0,0064	0,000365	0,65654

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

El diseño estructural del muro, se realizará en base a los valores máximos de las áreas de acero requeridas, para la pantalla y base del muro, siempre y cuando estos valores sean superiores a las áreas de acero mínimas como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 101. Áreas de acero a utilizar en el diseño del muro

Ubicación de la alcantarilla		As (cm <sup>2</sup> )	As min (cm <sup>2</sup> )	As a ocupar (cm <sup>2</sup> )
Miraflores Alto	Pantalla	4,820	7,68	7,68
	Base muro	2,040	14,33	14,33
ABS:0+607,5	Pantalla	0,860	2,66	2,66
	Base muro	0,360	4,33	4,33
ABS:2+510	Pantalla	1,274	4,33	4,33
	Base muro	0,660	6,00	6,00

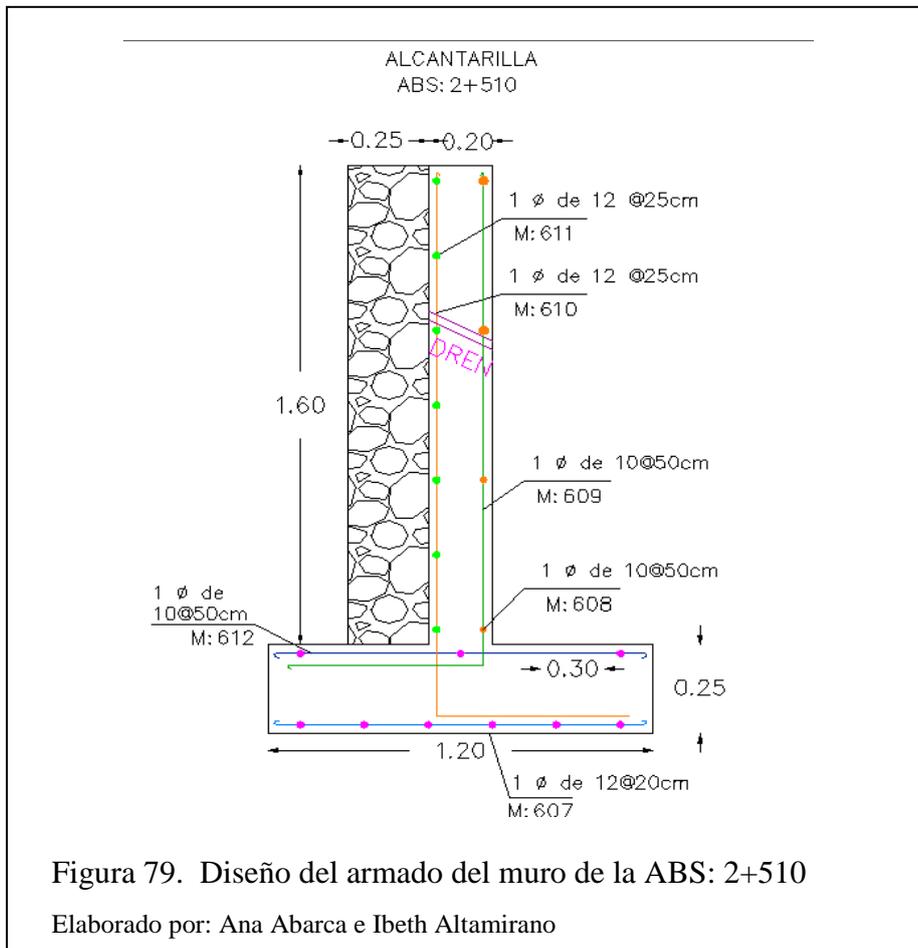
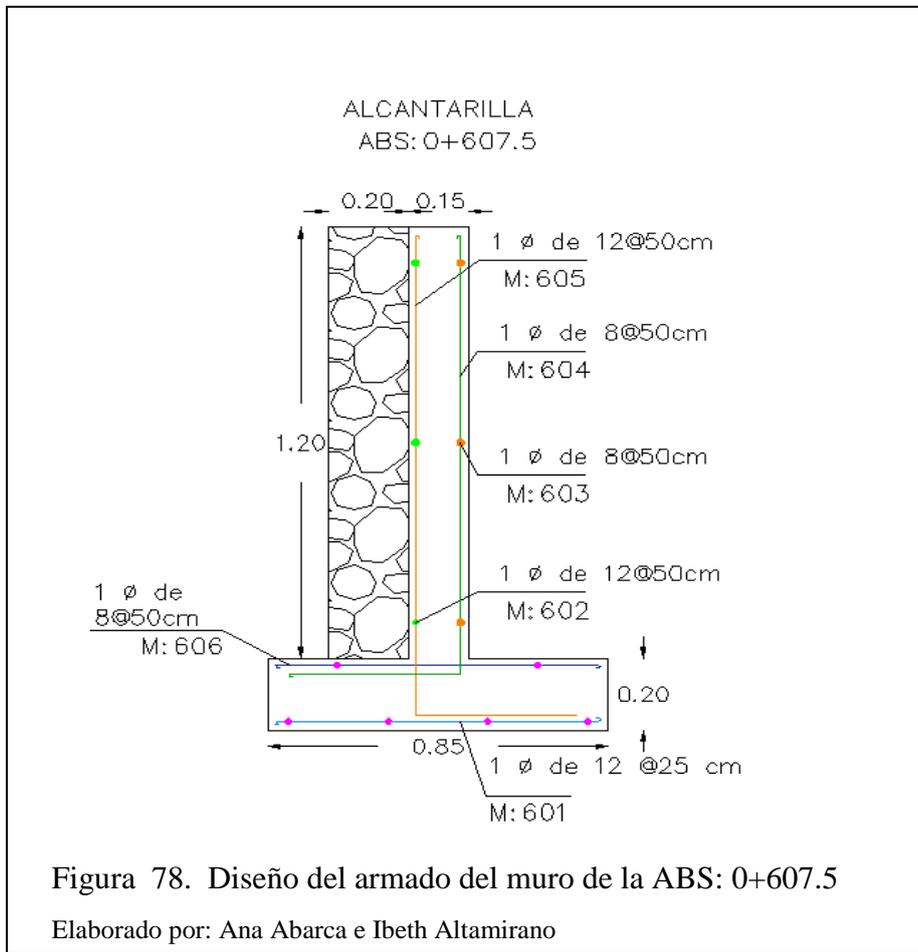
Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

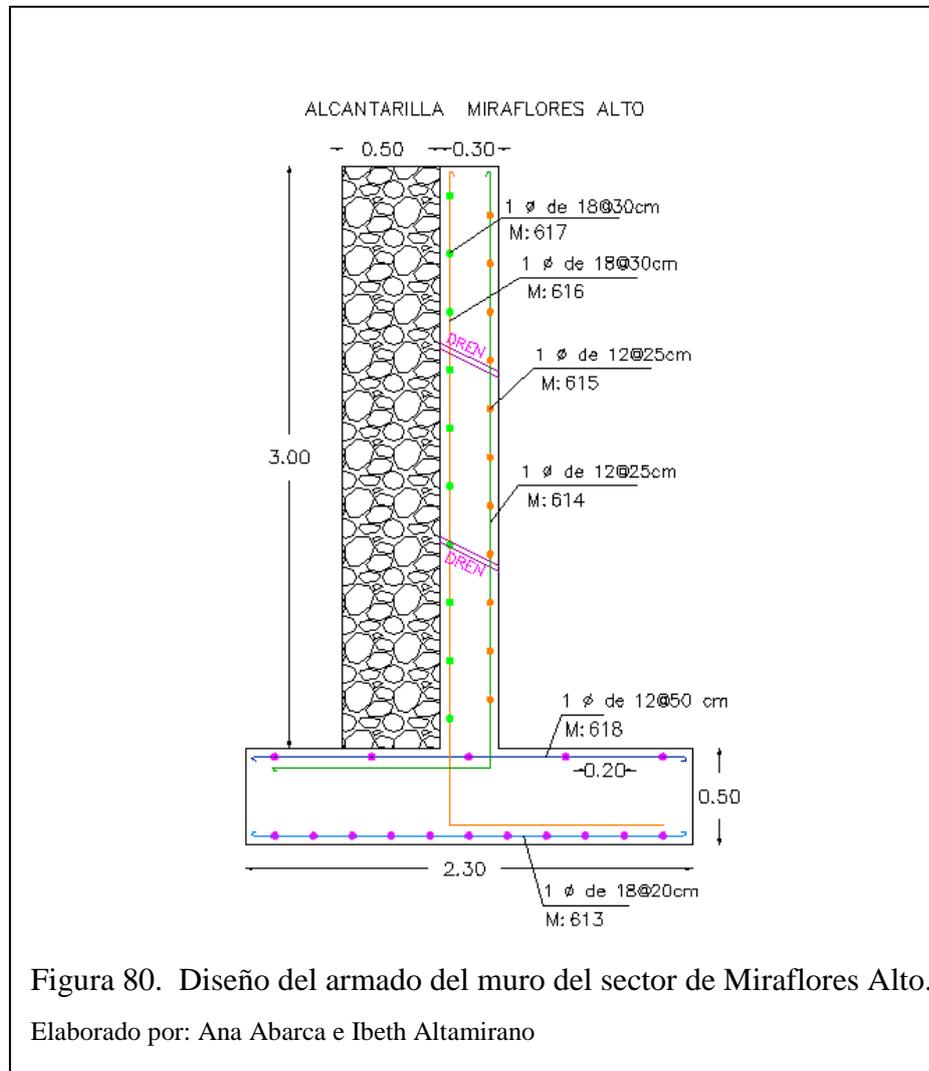
Tabla 102. Distribución de acero para la pantalla y base de cada muro

Ubicación de la alcantarilla		As a ocupar (cm <sup>2</sup> )		
Miraflores Alto	Pantalla	7,68	→	1 Φ18 @30 cm
	Base Muro	14,33	→	1 Φ18 @20 cm
ABS:0+607,5	Pantalla	2,66	→	1 Φ12 @50 cm
	Base Muro	4,33	→	1 Φ12 @25 cm
ABS:2+510	Pantalla	4,33	→	1 Φ14 @30 cm
	Base Muro	6,00	→	1 Φ14 @30 cm

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

A continuación se muestra en los siguientes gráficos el armado de los muros:





Los detalles constructivos y planos se encuentran en el anexo 21.

## 6.10 Especificaciones técnicas MOP -001-F 2002

### Cunetas, bordillos y cajas de desagüe

**Preparación del cimiento:** La subrasante o lecho de cimentación deberá ser terminado de acuerdo con la pendiente y la sección transversal estipuladas. Antes de colocar el hormigón la superficie del cimiento deberá ser humedecida y bien compactada. Todo material blando o inestable deberá ser retirado hasta una profundidad mínima de 15 cm. bajo la cota de cimentación de los bordillos, cunetas, cajas de desagüe, islas, entradas, aceras, y será reemplazado con material granular de tal calidad que, cuando se humedezca y compacte, forme una base de cimentación adecuada. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg. 549)

**Las cunetas:** serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones.

No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya.

**Encofrado:** El encofrado deberá ser liso y lubricado por el lado en contacto con el hormigón, y deberá ser lo suficientemente rígido para soportar la presión del hormigón, sin deformarse. Será instalado con las pendientes, cotas y alineaciones estipuladas y será mantenido firmemente mediante las estacas, abrazaderas, separadores tirantes y apoyos que sean necesarios. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg.549)

Los encofrados de los bordillos, cajas de desagüe, cunetas, aceras, islas divisorias y entradas pavimentadas no deberán quitarse hasta después de 24 horas de que se haya concluido el acabado de la superficie pavimentada.

**Puesto en obra:** El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca un fraguado parcial del hormigón ya colocado.

**Curado del hormigón:** Todo hormigón debe ser curado para períodos de cuatro (4) días. El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica.

**Resistencia:** Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse, en base a la toma de muestras de cilindros de hormigón, los cuales son elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Un ensayo será el resultado del promedio de las resistencias de los especímenes ensayados a la edad especificada.

El asentamiento se realiza utilizando el cono de Abrams, es el ensayo que se realiza al hormigón en su estado fresco, para medir su consistencia ("fluidez" del hormigón). El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla –pisón y, luego de

retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

Una vez levantado el molde se mide inmediatamente la disminución de altura del hormigón moldeado respecto al molde, aproximando a 0,5 cm. La medición se hace en el eje central del molde en su posición original. De esta manera, la medida del asiento permite determinar principalmente la fluidez y la forma de derrumbamiento para apreciar la consistencia del hormigón.

**Toma de muestras:** Para los ensayos de resistencia a la compresión debe utilizarse probetas cilíndricas con altura igual a dos veces su diámetro, estas probetas cilíndricas por lo general son de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura.

Las muestras para los ensayo de resistencia del concreto a la compresión debe tomarse no menos de 8 muestras por cada día, cada 120 m<sup>3</sup> de concreto, o por cada 500 m<sup>2</sup> de superficie de losa. Cabe indicar que dos muestra servirá de testigo del contratista.

Una vez obtenidas las probetas, estas deben ser colocadas en sitios seguros de la obra, y las mismas deben ser tapadas con plástico para evitar la pérdida de humedad del hormigón y deben ser desencofradas en un tiempo no menor de 48 horas, estas probetas deben permanecer en cámaras de agua (curado) por el tiempo mínimo de 28 días.

Se ensayaran dos muestras a los siete, catorce y veinte y ocho días para la determinación de la resistencia del hormigón a compresión y una muestra a los 28 días para determinar la resistencia a la tracción por flexión.

### **Alcantarillas**

**Excavación:** El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador.

En caso de que el lecho para la cimentación de las alcantarillas resulte ser de roca u otro material muy duro, se realizará una profundización adicional de la excavación a partir del lecho, hasta 1/20 de la altura del terraplén sobre la alcantarilla; pero, en todo caso, no menor a 30 cm. ni mayor a 1.00 m.

Si el material de cimentación no constituye un lecho firme debido a su blandura, esponjamiento u otras características inaceptables, este material será retirado hasta los límites indicados por el Fiscalizador. El material retirado será remplazado con material seleccionado de relleno que se compactará por capas de 15 cm. de espesor.

Las cantidades a pagarse por excavación y relleno para estructuras, inclusive alcantarillas, serán los metros cúbicos medidos en la obra de material efectivamente excavado, de conformidad con lo señalado en los planos.

### **Colocación de tubos**

Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.(Ministerio de Obras Públicas, 2002, pag.524)

**Bandas de acoplamiento:** El metal de las bandas deberá ser corrugado de tal manera que pueda encajar adecuadamente con las corrugaciones de los extremos de las secciones de tubo.

Las bandas de acoplamiento podrán ser de menor espesor que los tubos que se unen, hasta un máximo de 1.5 milímetros más delgadas. Las bandas para tubos de un diámetro mayor de 107 centímetros estarán divididas en dos segmentos; para diámetros menores, podrán ser de uno o dos segmentos.

En ninguna instalación se mezclarán materiales de aluminio y acero.

**Recubrimiento:** Las planchas de acero empleadas en la construcción de alcantarillas metálicas deberán ser galvanizadas o tener un recubrimiento de material epóxico, según se haya establecido en los planos.

Las placas que deban recibir el recubrimiento bituminoso deberán tener los pernos de unión en el valle de la corrugación; la capa de revestimiento será uniforme y deberá tener un espesor mínimo de 3 mm. Sobre la cresta de la corrugación. La superficie exterior del tubo también deberá recibir una capa de recubrimiento bituminoso. Cuando los tubos tengan protección bituminosa colocada en la fábrica, deberá pintarse claramente el espesor del recubrimiento, en la superficie interior.

**Uniones:** Las diferentes placas deberán montarse en obra, para configurar la tubería mediante el traslape y fijación, empleando para ello pernos y tuercas, a través de perforaciones dispuestas regularmente.

Las alcantarillas metálicas corrugadas armico de geometría circular se conforman con la unión de 2 o 3 placas corrugadas por medio de pernos de alta resistencia.

Para el armado se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Las alcantarillas de armico poseen recubrimiento galvanizado desde 0.6 m de diámetro hasta 2 m de diámetro conformadas con 2 placas por anillo; y hasta 2.4 m de diámetro en 3 placas por anillo.

**Remoción de alcantarillas y otros sistemas de drenaje:** Las alcantarillas y otros sistemas de drenaje que estén en servicio no deberán removerse hasta que no se hayan hecho los arreglos necesarios para facilitar el tránsito y para asegurar el desagüe adecuado.

Todas las zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos de remoción se limpiarán, emparejarán o rellenarán de acuerdo a las disposiciones especiales y a las instrucciones del Fiscalizador.

Los procedimientos y equipos a emplearse dependerán de la naturaleza del obstáculo a remover; pero en todo caso se deberá trabajar de tal forma que se eviten daños y pérdidas de materiales aprovechables, daños y perjuicios a la propiedad ajena, inclusive a las instalaciones del servicio público y la excesiva contaminación del medio ambiente.

En caso de que los materiales recuperados exhiban pequeñas fallas o daños que a juicio del Fiscalizador no perjudican su debido comportamiento, se permitirá su incorporación en la obra nueva.

Los residuos y todos los materiales considerados por el Fiscalizador como no recuperables o aprovechables deberán ser transportados por el Contratista, a su costo, a sitios de depósito señalados en los planos.

**Muros de cabezal:** De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

La toma de muestras del hormigón, curado y desencofrado se lo realizara bajo las mismas condiciones que las cajas de desagüe, cunetas y bordillos.

### **Terraplenado**

**Descripción:** Este trabajo consistirá en la construcción de terraplenes para caminos por medio de la colocación de materiales aprobados provenientes de los cortes y, de ser requerido, de las zonas de préstamo; se formarán capas debidamente compactadas, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y

las instrucciones del Fiscalizador. Se incluye además la preparación necesaria de las áreas en que los terraplenes serán construidos, la colocación y compactación de material en reemplazo de material inadecuado que se haya removido y la construcción de terraplenes provisionales para sobrecarga.

### **Procedimientos de trabajo**

**Generalidades:** Con anticipación a la construcción de terraplenes se deberá realizar las operaciones necesarias de desbroce y limpieza

Cuando lo señalen los planos o lo juzgue necesario el Fiscalizador, la capa superior de 15 cm. de espesor del suelo existente por debajo de un terraplén deberá compactarse con la misma exigencia requerida para el material a colocarse en el terraplén.

Cuando el terraplén deba colocarse en un camino existente, la capa superficial de este camino, hasta una profundidad de 15 cm, deberá ser escarificada y compactada, según indicaciones del Fiscalizador.

Antes de iniciar la colocación del material para terraplenado, deberán estar concluidas todas las obras de drenaje señaladas en los planos.

El lecho del terreno sobre el cual se cimentará el terraplén deberá prepararse en forma escalonada, a manera de terrazas, que tendrán una superficie terminada horizontal, la que será compactada con la misma exigencia que las diferentes capas del terraplén. La preparación del lecho del terreno se comenzará por el pie del talud del terraplén para formar el primer escalón de trabazón con el terraplén a construirse.

La ubicación y ancho de las terrazas serán de acuerdo a lo indicado en los planos, pero, en todo caso, su ancho será suficiente como para permitir la operación eficiente del equipo de colocación y compactación.

El material adecuado proveniente de la excavación para terrazas será incorporado en los terraplenes.

Si no se especifica de otro modo en los planos o en los documentos contractuales, cuando se construyan terraplenes de altura inferior a 2.0 metros hasta nivel de subrasante, y una vez limpiada la superficie de la capa vegetal, se procederá luego a un completo desmenuzamiento del suelo mediante el empleo de arados o escarificadores, hasta una profundidad de 15 cm, de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador. Una vez preparada la superficie en la forma que se indica, deberá emparejarse y compactarse.

**Colocación:** En la construcción de terraplenes, el material de tierra, grava, fragmentos de roca y otro material relativamente fino deberá ser colocado en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por el Fiscalizador de acuerdo al equipo de compactación que disponga el contratista de la obra. Cada capa será humedecida para lograr el contenido de humedad óptimo y luego conformada y compactada, antes de la colocación de la capa siguiente.

Todo material a incorporarse en los terraplenes deberá ser aprobado por el Fiscalizador y no podrá contener vegetación, troncos, raíces o cualquier otro material.

Cuando sea factible la selección de materiales provenientes de la excavación, el material de mejor calidad se utilizará en las capas superiores de los terraplenes.

No se permitirá la colocación de piedras mayores a 10 cm. de diámetro dentro de un espesor de 20 cm. bajo el nivel de la subrasante.

El equipo de transporte y distribución recorrerá sobre toda la superficie de la capa para no formar huellas de recorrido continuo y para evitar la compactación irregular de la capa.

Cuando lo indique el Fiscalizador, el material sobrante de la excavación será utilizado para ampliación uniforme de los terraplenes o para tender los taludes de

éstos. Los materiales desechables serán desalojados a los sitios de depósito señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

**Compactación:** Cada una de las capas de material colocada en el terraplén deberá ser humedecida hasta lograr el contenido de humedad adecuado para conseguir la compactación requerida, luego de lo cual se procederá a compactarla con rodillos, hasta lograr la densidad especificada.

En los sectores donde no se alcance la densidad mínima requerida, el material deberá ser removido y humedecido para luego ser compactado de nuevo hasta alcanzar la compactación especificada.

El equipo de compactación deberá ser constituido por rodillos pata de cabra, rodillos lisos en tandem de 2 o 3 ejes, o de tres ruedas, y rodillos neumáticos.

La velocidad de operación de los rodillos deberá ser la que produzca resultados aceptables al Fiscalizador; pero, en ningún caso, excederá de 10 Km. por hora.

No se permitirá el empleo de tractores para trabajos de compactación.

Cuando el material a ser compactado sea piedras o pedazos de roca podrán utilizarse camiones cargados cuyo peso total sea por lo menos 34 toneladas, con la autorización del Fiscalizador.

**Rodillos pata de cabra:** Este equipo de compactación consiste en cilindros de acero con patas salientes que aplican alta presión sobre un área pequeña. La presión que ejercen depende del número y diámetro de las patas y el peso del rodillo, el cual podrá variarse modificando la cantidad de agua u otro lastre en el cilindro.

Los cilindros tendrán un diámetro no menor a 1.50 metros y una longitud no inferior a 1.40 metros, medidos en la superficie. La longitud de las patas no deberá ser menor a 18 cm. y el área de la cara de cada pata será entre 34 y 51 cm. cuadrados.

**Rodillos lisos:** Este equipo de compactación consiste en rodillos de cilindros o ruedas lisos de acero, que podrán ser del tipo de tres ruedas, a tandem de 2 ejes o a tandem de 3 ejes; la presión que ejercen depende del ancho del cilindro o rueda y el peso del rodillo, el cual podrá variarse modificando el contenido de agua u otro lastre en los cilindros.

**Rodillos Neumáticos:** Este equipo de compactación consiste en un par de ejes paralelos, cada uno equipado con ruedas de llantas neumáticas de igual tamaño y tipo. La longitud de separación lateral entre llantas no podrá ser superior a 13 cm.

En las operaciones de compactación se utilizará el tipo de rodillo más adecuado para el material que se va a compactar.

Se efectuarán el número de pasadas y el manipuleo del material requeridos para lograr en toda la capa que está siendo compactada, por lo menos el grado mínimo de compactación especificado.

El equipo deberá efectuar un mínimo de 3 pasadas sobre la capa cuando ésta tenga un espesor menor a 25 cm., sin compactar, y un máximo de 8 pasadas completas cuando el espesor sea de 60 cm.; para cualquier espesor intermedio.

## **CAPÍTULO 7**

### **DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN**

#### **7.1 Introducción**

La vía en estudio tiene una longitud de 2674.15 m, se encuentra ubicada en la parroquia de Aloasí, cantón Mejía; cabe indicar que para el diseño vial aprobado, se realizará el diseño de la señalización vertical y horizontal en base a las normas INEN, esta señalización comenzará en el sector de Miraflores bajo (abscisa 0+000) y terminará en el sector la Moya (abscisa 2+674.15), además, se debe tener en cuenta que la señalización vial es muy importante, porque permite indicar a los usuarios de la vía la forma correcta y segura de transitar por la misma, además de avisar oportunamente sobre las condiciones de la vía y así evitar riesgos y demoras innecesarias.

#### **7.2 Metodología**

Una vez aprobado el diseño definitivo de la vía, se procedió a ubicar en las diferentes abscisas la señalización horizontal y vertical que fuera necesaria, en base a las normas INEN, los planos de la señalización horizontal y vertical se encuentran en el anexo 22.

#### **7.3 Marco teórico**

##### **Funciones de la señalización vial**

- Organiza el tránsito vehicular y peatonal
- Advierte los peligros
- Ordena conductas de seguridad vial
- Comunica informaciones útiles

##### **Tipos de señalización vial**

- Horizontal
- Vertical

## 7.4 Señalización horizontal



Figura 81. Señalización horizontal

Fuente: Normas INEN

### 7.4.1 Funciones de la señalización horizontal.

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituye un elemento indispensable para la seguridad.

Toda señalización de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas.

- Debe ser visible y llamar la atención
- Debe ser legible y fácil de entender
- Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente
- De infundir respeto
- Debe ser creíble

Las señales deben cumplir los siguientes aspectos.

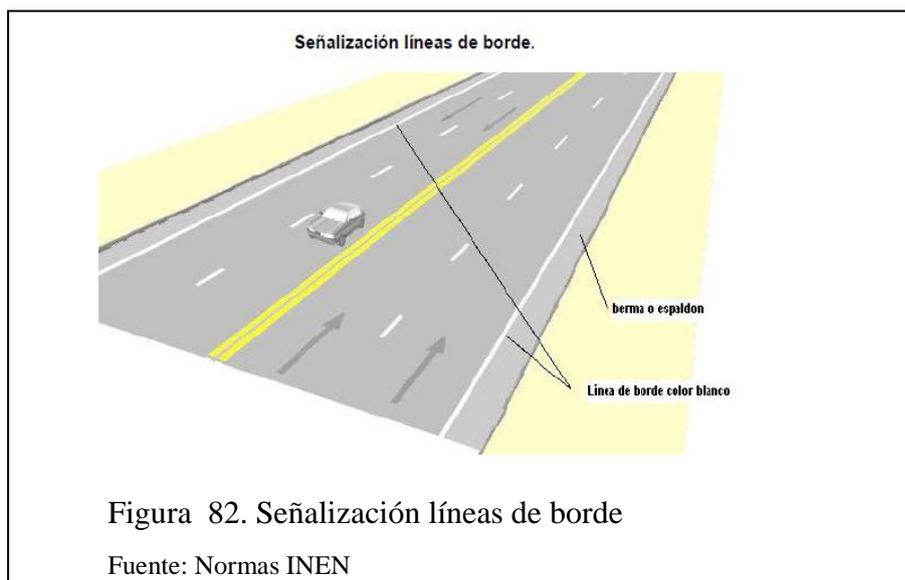
1. Diseño: El diseño de la señalización debe cumplir.

- Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retroreflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios.
  - Su forma, tamaño y colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro y sencillo.
  - Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción.
  - Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y periodos de visibilidad limitada.(Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 2, 2011,pag.5)
2. Ubicación: Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de los usuarios.
  3. Conservación y mantenimiento: Toda señalización tiene una vida útil que está en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente y de agentes externos.

#### **7.4.2 Clasificación.**

##### ***7.4.2.1 Según su forma.***

1. **Líneas longitudinales:** Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos como se indica en la siguiente figura:



*Líneas continuas*, indican prohibición de rebasamiento.

*Líneas segmentadas*, pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad.

**Las líneas longitudinales tienen la siguiente clasificación:**

- Clase I líneas de separación de flujos opuestos
- Clase II líneas de separación de carriles
- Clase III líneas de continuidad
- Clase IV líneas de borde de calzada
- Clase V otras líneas.

**Clase I: Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta**

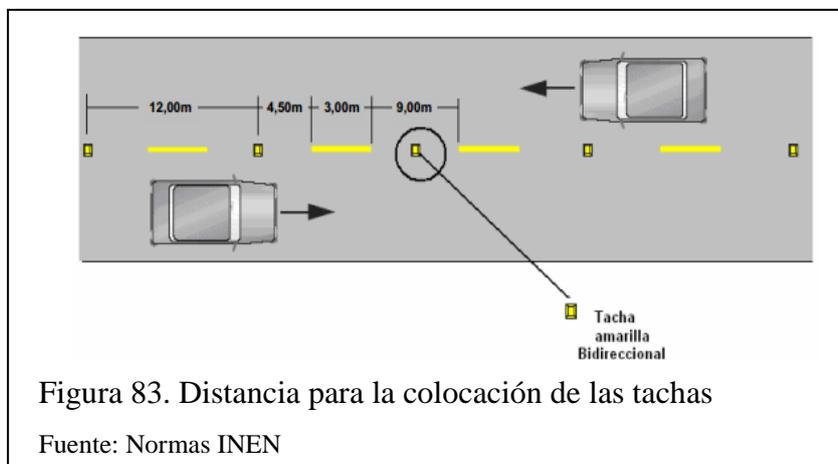
“Estas líneas deben ser de color amarillo, estas líneas pueden ser traspasadas con precaución y se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.” (Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 2, 2011, pg.6)

## Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.

Tabla 103. Ancho de la línea de señalización en función de la velocidad máxima de la vía

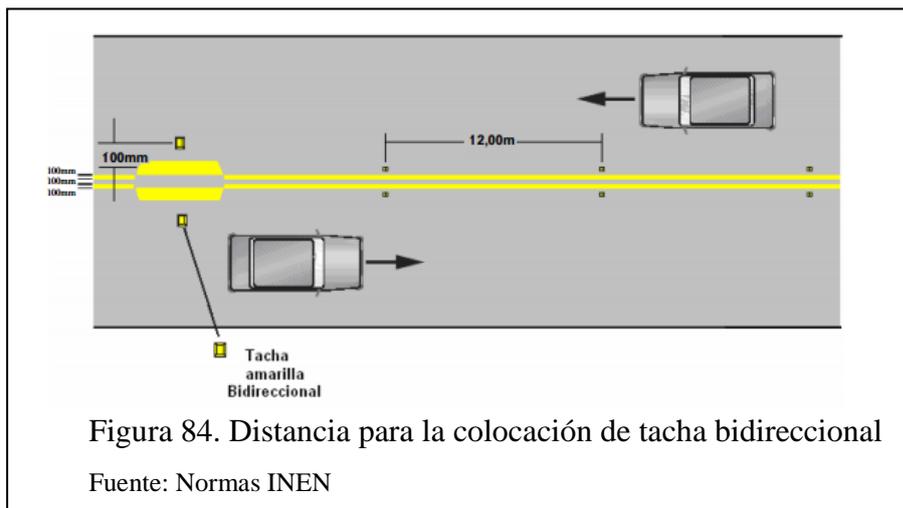
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea	Patrón (m)	Relación de la señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	de 3 a 9
Mayor a 50	150	12,00	de 3 a 9

Fuente: Normas INEN



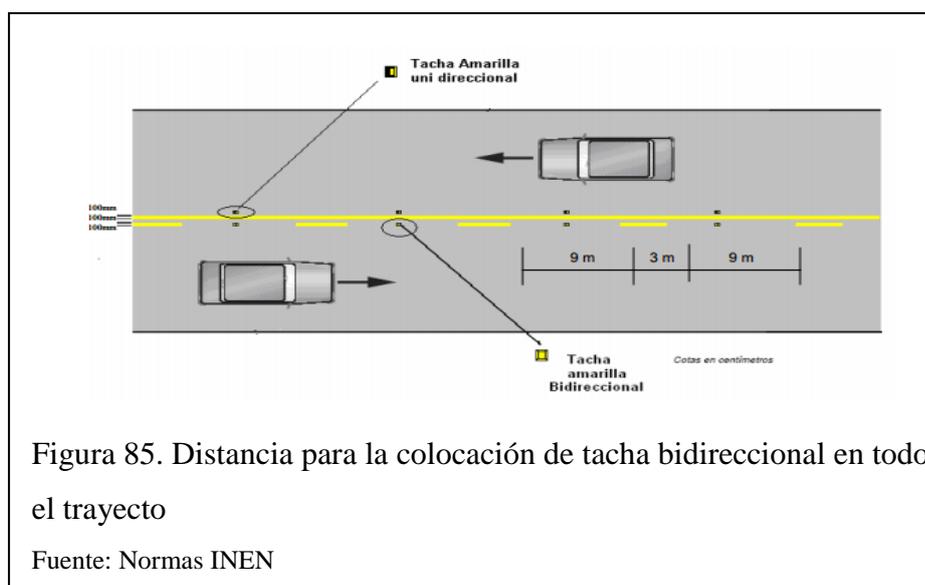
## Líneas de separación continuas dobles

Consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150mm con tachas a los costados, separadas al menos por el ancho igual a una de ellas. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura. (Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 2, 2011, pg.13)



### Líneas de separación mixta

Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un ancho mínimo de 100 a 150 mm, dependiendo del ancho de la línea segmentada.



Para la vía en estudio se utilizará las líneas segmentadas de separación de circulación opuesta, para los tramos rectos, como se indica en la figura 83 y en los tramos de curvas se utilizó las líneas de separación continuas dobles, como se indica en la figura 85.

### **Características:**

- **Mensaje:** Además, de separar y delinear calzadas o carriles, las líneas longitudinales dependiendo de su forma y color, señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virar o estacionar.
- **Forma:** Las líneas longitudinales pueden ser continuas y segmentadas. las primeras indican los sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros; las segmentadas, donde dichas maniobras sean permitidas.
- **Colores:** Los colores de la señalización longitudinal en el pavimento, debe estar ser conforme a lo siguiente:

### **Líneas amarillas definen:**

Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas

Restricciones.

Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

### **Líneas blancas definen:**

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- Borde derecho de la vía (espaldón).
- Zonas de estacionamiento (segmentadas paralelas a la vía)

**2. Líneas transversales:** Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

**3.- Símbolos y leyendas:** Se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros, se incluyen en este tipo de señalización flechas, símbolo de ceda el paso y palabras como pare, solo, solo bus, entre otras.

**Estas señales se clasifican en:**

-Flechas

-Leyendas

-Otros símbolos

- **Mensaje:** Estas señalizaciones indican dirección y sentido y advierten sobre los riesgos.
- **Forma:** Debido a que estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento, por lo tanto el conductor percibe primero la parte inferior del símbolo, tanto flechas como leyendas deben ser más alargadas en el sentido longitudinal que las señales verticales, para que el conductor las perciba proporcionadas.
- **Color:** La señalización de las flechas y leyendas debe ser blanca.
- **Ubicación:** Estas deben ser señalizadas en el centro de cada uno de los carriles en que se aplica.

**Flechas**

Las flechas señalizadas en el pavimento, se utilizarán para indicar y advertir al conductor la dirección y sentido obligatorio que deben seguir los vehículos que transitan por un carril de circulación en la inmediata intersección.

La tabla a continuación describe las abscisas donde será necesario la colocación de las flechas rectas y de viraje:

Tabla 104. Tipos de flechas de viraje

Nombre	Descripción	Tipo de señal	Abscisas a colocarse en el lado este	Abscisas a colocarse en el lado oeste	Cantidad total de las flechas que se colocará
flecha recta y de viraje	Esta señal indica que el carril donde se ubica está destinado tanto al tránsito que continua en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje. Se utiliza en las aproximaciones de intersecciones y enlaces para advertir a los conductores las maniobras permitidas en los carriles laterales			0+710, 0+820, 1+136, 2+650	4 u Fuente:
			0+330, 1+130, 2+190, 2+240, 2+600		5 u

Normas INEN

### 7.4.3 Distancias de visibilidad de rebasamiento en una curva horizontal.

Es aquella que se mide a lo largo del centro del carril más a la derecha en el sentido de circulación, entre dos puntos que se encuentran 1,10m sobre la superficie del pavimento, en la línea tangencial al radio interno u otra obstrucción que recorte la visibilidad dentro de la curva. Según la norma AASHTO para autopistas y calles la distancia de visibilidad está en función de la velocidad de diseño de la vía como se indica a continuación: (Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 2, 2011, pg.16)

Tabla 105. Distancias de visibilidad

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad del vehículo a ser rebasado (km/h)	Velocidad de rebasamiento (km/h)	Distancia de visibilidad mínima (m)
30	29	44	217
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	407
70	59	74	487
80	65	80	541
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	728
120	91	106	792

Fuente: Normas INEN

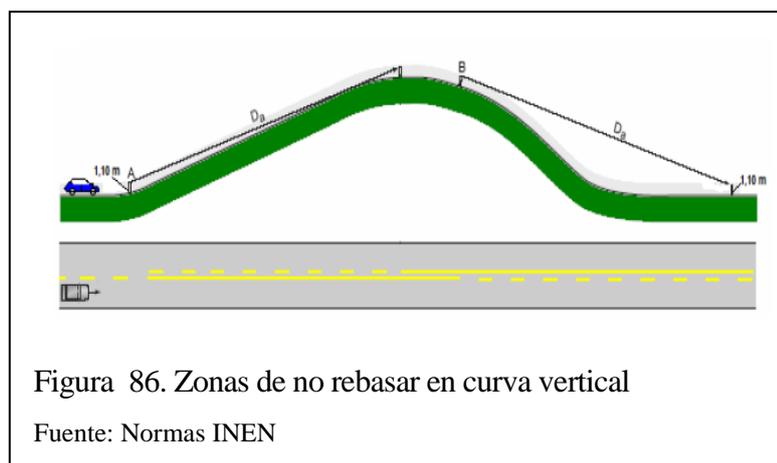
Tabla 106. Distancias de rebasamiento mínimas según la velocidad máxima permitida en la vía

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de rebasamiento mínima (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

Fuente: Normas INEN

La zona de no rebasar se justifica donde la distancia de visibilidad de rebasar es menor que la distancia de rebasamiento mínimo señalada en la tabla 105, estas zonas deben ser indicadas mediante señalización horizontal y vertical, la primera se extiende a lo largo de todo el tramo en que rige la prohibición y las segundas se instalan donde se inicia la restricción.

Zona de no rebasar en curva vertical



**Dónde:**

**Da**= Distancia de visibilidad de rebasamiento.

**A**= zona de inicio de no rebasar, en sentido A-B

**B**= zona final de no rebasar, en sentido A-B

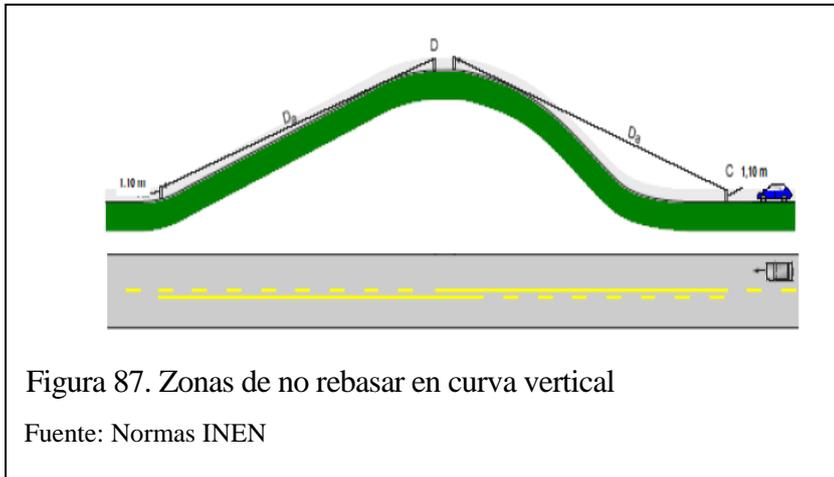


Figura 87. Zonas de no rebasar en curva vertical

Fuente: Normas INEN

Entre dos zonas de rebasamiento prohibido deben existir al menos 120 m, si esta distancia resulta menor se debe prolongar la línea doble continua, uniando ambas zonas.

Zona de no rebasar en curva horizontal

**Dónde:**

**D**= Distancia de visibilidad de rebasamiento.

**A**= zona de inicio de no rebasar, en sentido A-B

**B**= zona final de no rebasar, en sentido A-B

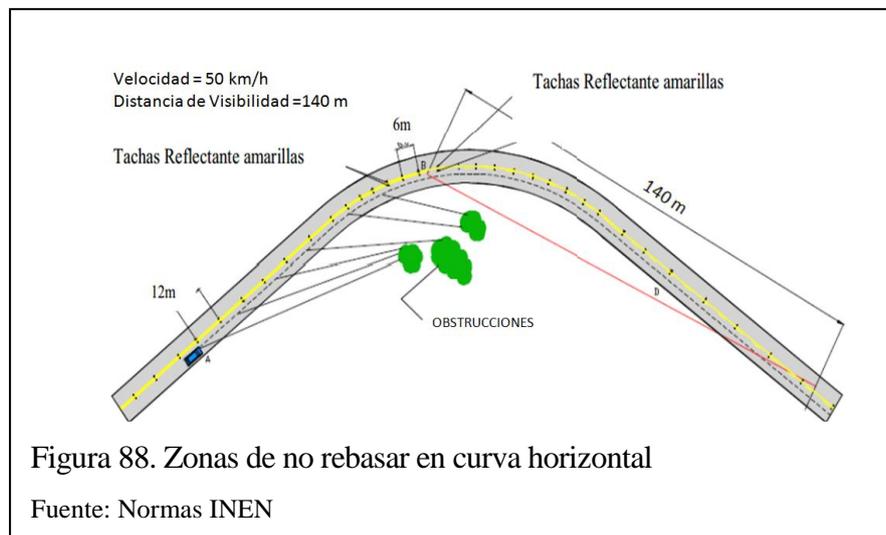


Figura 88. Zonas de no rebasar en curva horizontal

Fuente: Normas INEN

Tomando en cuenta la distancia de visibilidad y la buena funcionalidad de la vía, el diseño de la señalización horizontal se realizó de la siguiente manera:

Tabla 107. Distancias de rebasamiento mínimas según la velocidad máxima permitida en la vía.

Tipo de línea	Zona	Tramo de vía	
		ABS: Inicial	ABS: Final
Discontinua	De rebasar	0+000	0+420
		0+800	1+050
		1+350	1+525
		1+550	1+720
		1+777	2+003
		2+194	2+337
Continua	No se permite rebasar	0+420	0+800
		1+050	1+350
		1+525	1+550
		1+720	1+777
		2+003	2+194
		2+337	2+670

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 7.5 Señalización vertical

Las señales verticales de tránsito son aquellas que ayudan al movimiento seguro y ordenado del tránsito de vehículos y peatones, además pueden contener instrucciones que el conductor debe obedecer en la vía, estas pueden ser de interés, de dirección e información sobre rutas. (Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 1, 2011, pg.10)

### 7.5.1 Clasificación de señales verticales.

**Señales regulatorias (r)**, Estas señales regulan el movimiento del tránsito. Las señales regulatorias que se utilizará en la vía en estudio y son:

Tabla 108. Señales regulatorias que serán colocadas en la vía, con sus respectivas abscisas.

Tipo de señal	Nombre	Código INEN	Descripción	Dimensiones (cm)	Abscisas dónde se colocaran las señales	Cantidad total de cada señal
 R1-1	Pare	(R1-1)	Se instalaran en las aproximaciones a las intersecciones, donde la vía en estudio tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección.	60 x 60	Intersección 0+350 (3u), Intersección 0+690 (3u), Intersección 0+800 (3u), 1+145 Intersección 1+330 (3u), Intersección 2+210 (4u), 2+580 Intersección 2+674 (4u)	24 u
 R2-2	Doble vía	(R2-2)	Esta señal se utiliza para indicar que en la vía el tránsito fluye en dos direcciones. Se ubicaran en el comienzo de la calzada o calle de doble vía y repetirse en todas las intersecciones y cruces Siempre las señales deben colocarse en ambos lados de la calle.	60 x 60	LADO OESTE 0+820 LADO ESTE 0+340	2 u
 R4-1	Límite máximo de velocidad	(R4-1)	Esta señal se utilizara para indicar la velocidad máxima permitida. Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10.	60 x 60	LADO ESTE 0+200, 0+900 , 1+880 LADO OESTE 1+000, 1+600, 2+260	6 u
 R5-6	Parada de bus	(R5-6)	Tiene por objeto indicar el área donde los buses de transporte público deben detenerse para tomar y/o dejar pasajeros.	60 x 60	LADO ESTE 0+365	1 u

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### 7.5.2 Colocación lateral y altura.

En vías sin bordillos en sectores rurales la señal debe estar a una distancia libre de 600 mm del borde o filo exterior de la berma, en caso de existir cuneta esta distancia se considera desde el borde externo de la misma.

“La altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50 m, ni mayor a 2 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal.” (Instituto Ecuatoriano de Normalización parte 1, 2011, pag.13)

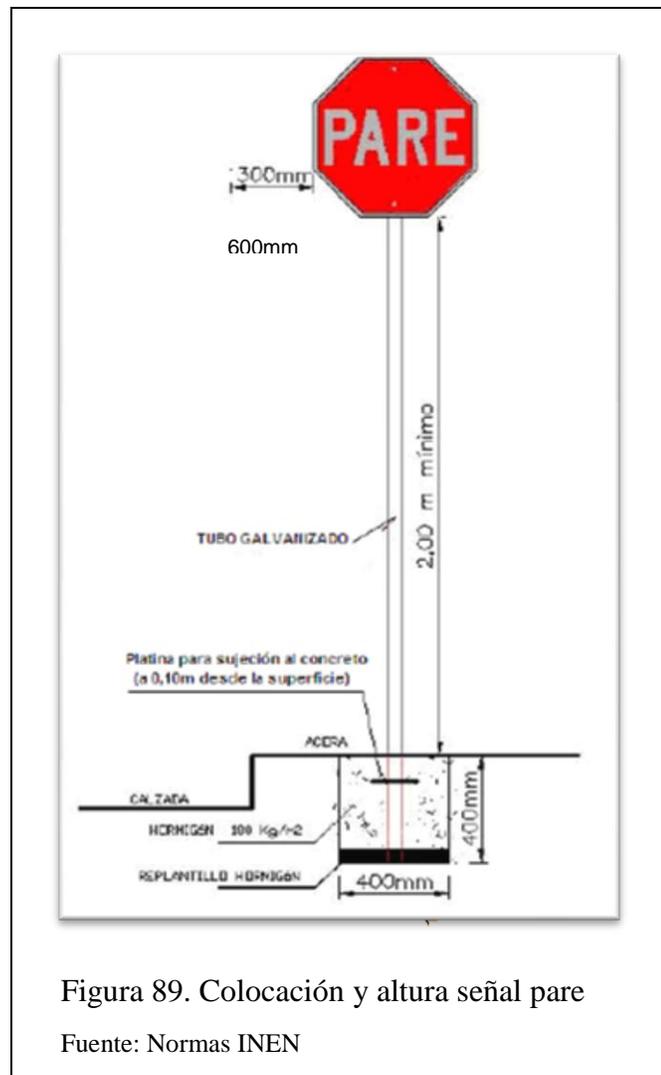


Figura 89. Colocación y altura señal pare

Fuente: Normas INEN

**Señales preventivas (p)**, advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía.

Las señales preventivas que se utilizará en la vía en estudio son las siguientes:

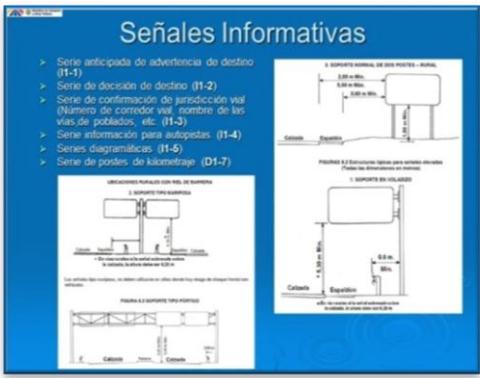
Tabla 109. Señales preventivas que serán colocadas en la vía, con sus respectivas abscisas.

Tipo de señal	Nombre	Código INEN	Descripción	Dimensiones (cm)	Abscisas dónde se colocarán las señales	Cantidad total de cada señal
	Resalto /Reductor de velocidad	(P6-2)	Esta señal debe utilizarse para advertir la aproximación a un resalto o un reductor de velocidad.	60 x 60	LADO ESTE 0+080, 0+180, 0+280, 0+560, 0+810, 0+910, 0+980, 1+430, 1+620, 1+830, 1+930, 2+260 LADO OESTE 0+120, 0+220, 0+320, 0+600, 0+850, 0+950, 1+020, 1+470, 1+660, 1+870, 1+970, 2+300.	24 u
	Peatones en la vía	(P6-1)	Esta señal debe utilizarse para advertir la aproximación a un tramo de vía en donde hay posibilidades que se encuentren peatones cruzando la vía.	60 x 60	LADO OESTE 1+960, 2+440 LADO ESTE 1+380, 2+180	4 u
	Animales en la vía	(P6-17)	Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado.	60 x 60	LADO OESTE 0+960, 1+570, LADO ESTE 0+860, 1+280, 1+900.	5 u

Elaborado

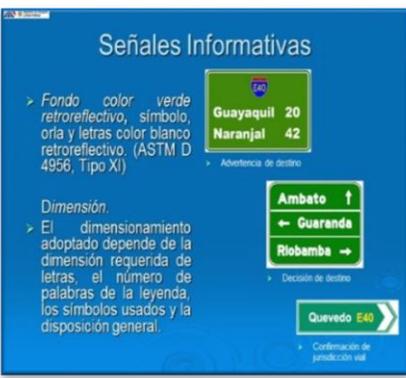
por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

**Señales informativas (i)**, informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.



**Señales Informativas**

- Señal anticipada de advertencia de destino (I1-1)
- Señal de decisión de destino (I1-2)
- Señal de confirmación de jurisdicción vial (Número de corredor vial, nombre de las vías de población, etc.) (I1-3)
- Señal informativa para autopistas (I1-4)
- Señal diagramática (I1-5)
- Señal de postes de kilometraje (D1-7)



**Señales Informativas**

- Fondo color verde retroreflectivo, símbolo, orla y letras color blanco retroreflectivo. (ASTM D 4956, Tipo XI)
- Advertencia de destino
- Decisión de destino
- Confirmación de jurisdicción vial

Figura 90. Señales informativas

Fuente: Normas INEN

La señal informativa que se colocará en la vía, se encuentra en el plano de la señalización en la abscisa 0+800.

**Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales (t)**, advierten, informan y guían a los usuarios a transitar con seguridad en los sitios de trabajos en las vías.

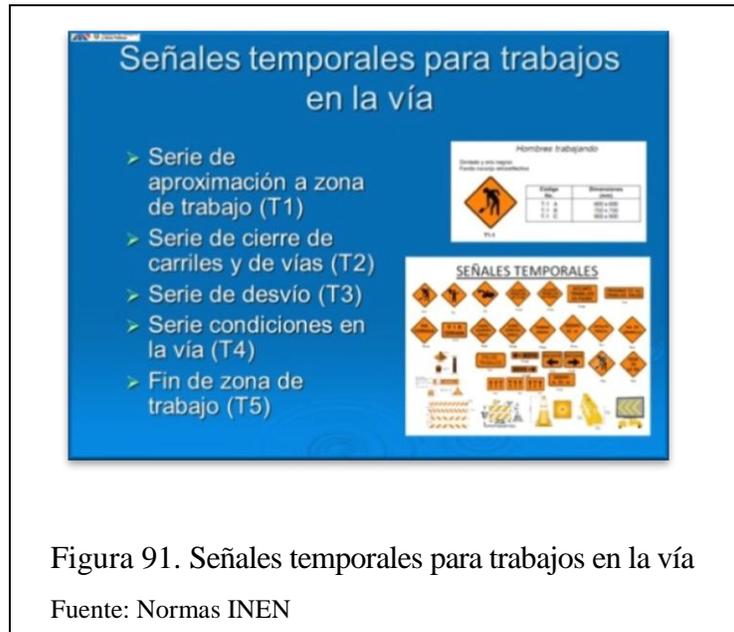


Figura 91. Señales temporales para trabajos en la vía

Fuente: Normas INEN

Los detalles y dimensiones de la señalización horizontal y vertical se encuentran en el anexo 23.

## 7.6 Reductores de velocidad

Para el diseño de los reductores de velocidad de la vía en estudio, se utilizara la norma INEN -004-2-2011.

Este dispositivo podrá utilizarse en zonas escolares, en intersecciones con altos índices de accidentabilidad, en cruces donde es necesario proteger el flujo peatonal y en diversos tipos de vías donde sea indispensable disminuir la velocidad, aproximadamente a no más de 25 Km/h con que circulan los vehículos; para disminuir el riesgo de accidentes y elevar el margen de seguridad vial en el sector.

Estos reductores de velocidad no deben ser instalados en vías y carreteras principales, en vías arteriales y carreteras de primer orden; en curvas verticales ni horizontales o en vías con pendientes mayores a 8 %.

La distancia entre reductores, y de existir varios, no debe ser menor a 20 m y no mayor a 100 m.

### Dimensiones

Ancho: 3.50 m a 3.70 m

Altura: 80 mm a 100 mm con respecto a la calzada

Largo: depende del ancho de la calzada= 6.70 m

Pendiente máxima de ingreso y salida: 8 %

El material a utilizarse para la construcción de los rompe velocidades deberá ser el mismo con el que se construya la calzada.

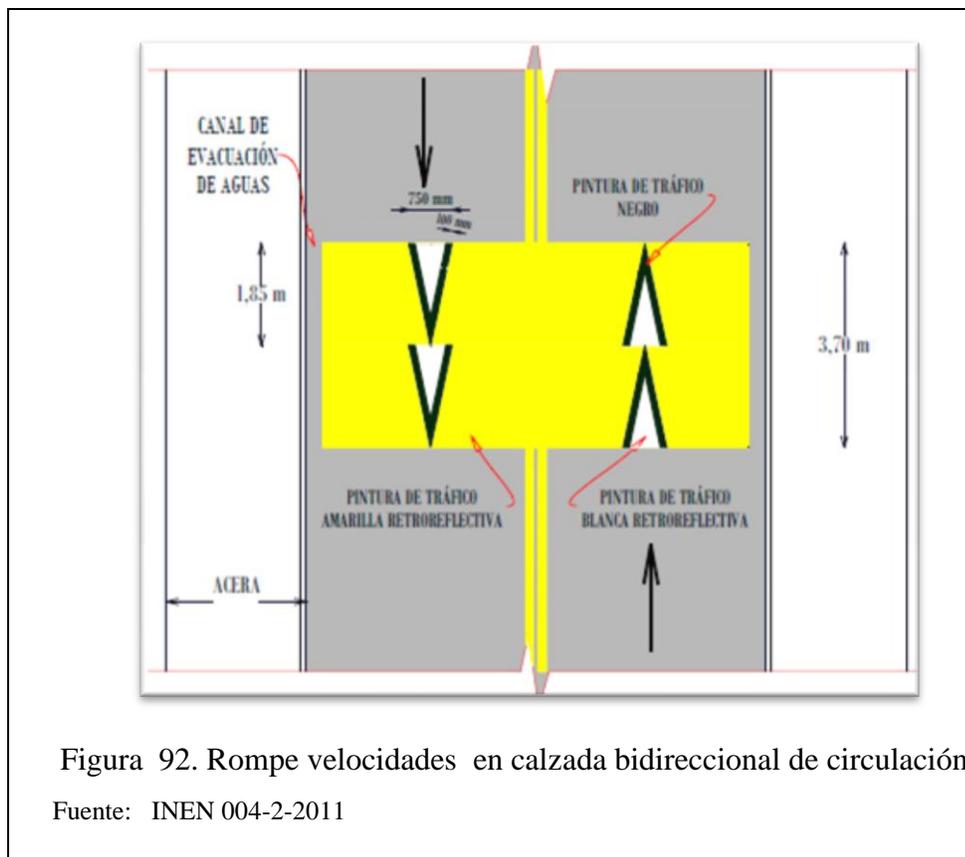
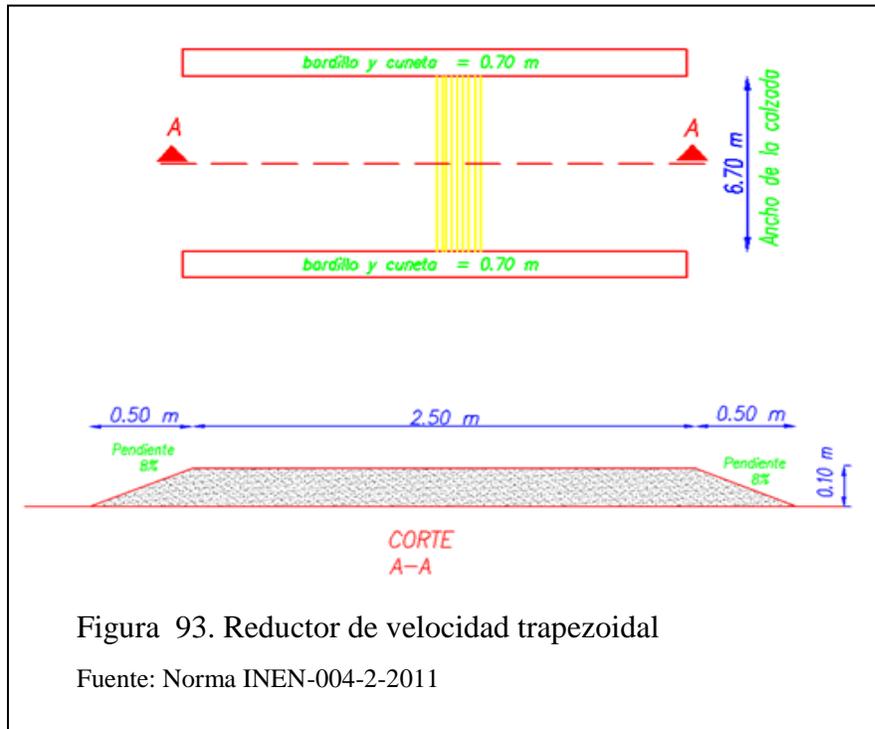


Figura 92. Rompe velocidades en calzada bidireccional de circulación

Fuente: INEN 004-2-2011

Las dimensiones a utilizarse para la construcción de los reductores de velocidad se detallan en las siguientes figuras.



Las abscisas donde se colocarán los reductores de velocidad son las siguientes:

Tabla 110. Abscisas de ubicación de los reductores de velocidad

Abcisas de ubicación de los reductores de velocidad
0+100
0+200
0+300
0+580
0+830
0+930
1+000
1+450
1+640
1+850
1+950
2+280

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 7.7 Especificaciones técnicas MOP -001- F 2002

### Marcas permanentes en el pavimento

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado:

- 1.5 mm de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5 mm de pre mezcla de polímero flexible
- 2.3 mm de plástico frío.

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los respectivos planos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Todas las marcas deberán presentar un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m<sup>2</sup> de marcas.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg.589)

### **7.8 Materiales a ser utilizados en la señalización vertical.**

De acuerdo a la norma MOP-001-F 2002 y de las Especificaciones Técnicas para Materiales y colocación de Señales en Obras Viales, MOP -1994, los materiales a utilizar deberán cumplir con las siguientes características:

**Poste:** Para los postes de señalización es conveniente colocar un tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro, con una longitud no menor a 3 metros, los cuales los primeros 50 centímetros deben estar empotrados en el piso en un hormigón y la resistencia del hormigón deberá ser mínimo de  $180\text{kg/cm}^2$ ; además es conveniente soldar en la parte inferior de los postes 3 chicotes los cuales servirán de arriostamiento.

**Base de Poste:** En base al punto anterior se deberá realizar una excavación de 40 x 40 cm y el hormigón a ser utilizado para la fundición de la misma no deberá tener una resistencia menor a  $180\text{ kg/cm}^2$ .

**Placa o Pantalla:** La pantalla deberá ser de aluminio de 2 milímetros o más de espesor con bordes redondeados; las dimensiones de la pantalla para este diseño serán de 60 x 60 cm.

**Anclaje Poste – Placa:** Se deberá realizar con la utilizando dos pernos galvanizados, los cuales después de ajustados deben ser remachados en su parte posterior para evitar desajustes.

**Material Reflectivo:** El material reflectivo en todo tipo de señales deberán ser de alta intensidad tipo industrial y además las señales hechas de material reflectivo no deberán tener juntas o uniones.

### 7.8.1 Cálculo del rendimiento de la pintura para la señalización horizontal y vertical.

#### Señalización horizontal

El cálculo del rendimiento se realizará en base a la norma MOP-F-001 2000, la cual indica que 39 litros de pintura por cada kilómetro de franja continua de ancho de 0,10 m equivale a 12 m<sup>2</sup> por galón y para las líneas discontinuas se deberá realizar proporcionalmente al área efectivamente cubierta por la pintura, dando un valor de 13 litros por kilómetro.

A continuación se muestra las longitudes totales de los dos tipos de líneas.

Tabla 111. Longitudes totales de los dos tipos de líneas

Código	Tipo de línea	Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Área total (m2)
LG-4	Continua	Marcas de pavimento, línea doble divisoria de carril (0.12 m de ancho) de color amarillo	2572	0,12	308,64
LG-1	Discontinua	Marcas de pavimento, línea divisoria de carril (0.12 m de ancho) de color blanco	1384	0,12	166,08

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Una vez determinado las longitudes totales de los dos tipos de líneas se procedió a calcular a través de una regla de 3 la cantidad de galones de pintura a utilizar:

#### Línea doble divisoria de carril

1 Km = 39 litros de pintura

2,57 Km = 99.06 litros = **26 Galones de pintura amarilla**

#### Línea divisoria de carril

1 Km = 13 litros de pintura

1,38 Km = 17.94 litros = **5 Galones de pintura blanca**

## Señalización vertical

En las siguientes tablas se muestra el área total necesaria para la colocación de los pasos cebra y flechas de viraje.

Tabla 112. Área total de pintura de las flechas de viraje

Código	Descripción	Área de la flecha	Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )
F2	Flecha recta y de viraje	2,2	9	19,8

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 113. Área total de pintura de las líneas de paso peatonal

Código	Descripción	Longitud de la línea	Ancho de la línea	Área (m <sup>2</sup> /m)	Longitud de vía (m)	Área total (m <sup>2</sup> )
LC-5	Línea de paso peatonal cebra	4	0,4	1,6	6,7	10,72

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Una vez determinado las áreas totales de los pasos cebras y flechas de viraje, se procedió a calcular a través de una regla de 3 la cantidad de galones de pintura a utilizar:

$$12 \text{ m}^2 = 1 \text{ galón de pintura}$$

$$19.80 \text{ m}^2 = 1,65 = 2 \text{ galones de pintura (Flechas de viraje)}$$

$$10.70 \text{ m}^2 = 0,90 = 1 \text{ galón de pintura (Líneas de pasos peatonales)}$$

## Resumen de la cantidad de señales verticales que se utilizarán en la vía

Tabla 114. Resumen de todas las señales verticales a ser utilizadas.

Tipo de señal	Código	Descripción	Unidad	Cantidad
Reglamentaria	(R1-1)	Señal Pare	u	24
	(R2-2)	Señal Doble vía	u	2
	(R4-1)	Señal de límite máximo de velocidad	u	6
	(R5-6)	Señal de Parada de bus	u	1
Preventivas	(P6-2)	Señal de Resalto o Reductor de velocidad	u	24
	(P6-1)	Señal de Peatones en la vía	u	4
	(P6-17).	Señal de Animales en la vía	u	5

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano.

**Volumen total que se utilizará en los resaltos o reductores de velocidad**

Tabla 115. Volumen total de material

Área del resalto (m <sup>2</sup> )	Longitud de la calzada (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Cantidad (u)	Volumen total (m <sup>3</sup> )
0,3	6,7	2,01	12	10,0

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## CAPÍTULO 8

### IMPACTO AMBIENTAL

#### 8.1 Antecedentes

El proyecto trata sobre: Mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a “La Moya” y Diseño de Alcantarilla en el sector de Miraflores Alto”, El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha – cantón Mejía - parroquia Aloasí. Es un lugar con tierra agrícola y ganadera por excelencia, la vía en estudio es una vía principal de acceso a los barrios Miraflores Alto, San Roque y La Moya la cual se encuentra a nivel de rasante (empedrado). El proyecto tiene una longitud de 2674.15 metros y funciona como vía principal de comunicación con el centro de la parroquia.

En base al conteo del tráfico por 24 horas en el periodo de una semana, se determinó un TPDA = 532 vehículos, lo que corresponde a una la vía colectora clase III. El levantamiento topográfico se realizó con una faja paralela a la vía de 10 a 15 m de ancho, utilizando como equipo una estación total.

La ejecución del proyecto permitirá, disminuir los costos de mantenimiento de los vehículos y el tiempo de viaje, mejorando así la calidad de vida de las personas y del medio ambiente con la disminución de emisiones y ruidos.

#### 8.2 Objetivos

##### 8.2.1 Objetivo general.

Obtener un Plan de Manejo Ambiental, el cual mitigue los impactos negativos que se producirán en la construcción, operación y mantenimiento de la vía, mediante la utilización de parámetros que permitan el análisis y evaluación de los impacto.

### **8.2.2 Objetivos específicos.**

Identificar las áreas de influencia directa e indirecta, donde se presentan los impactos de la obra vial, sobre el medio ambiente o alguno de sus componentes naturales, sociales y económicos.

Levantar la línea base del área de estudio con información secundaria y primaria, de acuerdo a lo existen en sitio.

Identificar y evaluar los impactos ambientales, mediante la realización de la matriz de Leopold, la cual califica y evalúa la magnitud e importancia de las actividades más relevantes hacer utilizadas en el proyecto.

Realizar el Plan de Manejo Ambiental, que mitigue los impactos negativos y fortalezca los impactos positivos.

### **8.3 Alcance del estudio**

En el estudio de impacto ambiental, se realizará la definición de la línea base antes de la ejecución del proyecto, identificando los posibles impactos con su respectiva valoración, medida de prevención y control, lo cual permitirá disminuir los impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos del proyecto.

### **8.4 Datos generales**

#### **8.4.1 Ubicación geográfica.**

El cantón Mejía se encuentra ubicado al suroriente de la ciudad de Quito, con una superficie de 1459 kilómetros cuadrados, su altitud va desde 600 hasta 4750 msnm.

La parroquia de Aloasí se encuentra ubicada a 4 kilómetros, desde el centro de la ciudad de Machachi.

### Sus límites son:

- Norte: Parroquia Alóag
- Sur: Parroquia El Chaupi
- Este: Cabecera cantonal Machachi
- Oeste: Parroquias Alóag y El Chaupi

### 8.4.2 División Política.

El cantón Mejía en su división política, cuenta como parroquia urbana Machachi, la cual es también su Cabecera Cantonal y tiene como parroquias rurales a : Tambillo, Aloag, Aloasí, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Cutuglagua, Chaupi, Uyumbicho (Plan de desarrollo Aloasí ,2010-2025,pg.3).



Figura 94. Mapa político del Cantón Mejía

Fuente: <http://www.google.com.ec/search?q=MAPA+DE+LA+PROVINCIA+DE+PICHINCHA>

### 8.4.3 Localización del proyecto.

El proyecto se encuentra localizado en las siguientes coordenadas UTM:

- Punto de partida ubicado en el “barrio La Moya ” con coordenadas:  
9940620 Norte; 766928 Este, Cota: 3162 m.s.n.m.
- Punto de llegada ubicado cerca al “Centro de la Parroquia Aloasí” con coordenadas: 9942212 Norte; 768753 Este; Cota: 3030 m.s.n.m.

La ubicación grafica en el google earth es la siguiente:



#### **8.4.4 Referencias socioeconómicas.**

La agricultura y ganadería han sido por tradición las principales fuentes de ingreso y subsistencia para los pobladores, se complementa con las fuentes de ingreso familiar con el comercio minorista.

Entre otras fuentes de ingreso para la localidad es el desempeño como empleados en instituciones públicas, privadas y la migración representando el 5% de la población económicamente activa. (Plan de desarrollo Aloasí ,2010-2025, pg3)

#### **8.4.5 Rasgos históricos.**

Los primeros aborígenes que habitaron el territorio del cantón Mejía fueron los Panzaleos, que se establecieron en el Valle de Machachi y Latacunga. Esta casta habitó en las faldas del Rumiñahui, del Pasochoa y del Monte Corazón, formando un triángulo que actualmente está constituido por tres parroquias del cantón Mejía: Machachi, Alóag y Aloasí. La parroquia lleva su nombre en honor al Cacique Panzaleo Ayllu Asig, quien gobernaba las comarcas.

Según Miguel Salazar, Aloasí proviene de la Lengua Panzaleo y significa AL: extendido, A: territorio, SI: amarillo “Gran Terreno Amarillo”.

Otro autor, explica que la palabra Aloasí es de procedencia Caribe (a-boa-zic-la) que significa Casa del Príncipe, y que esta parroquia fue el asiento del príncipe de los Panzaleos, de la tribu Aylluasigz.

El 26 de julio de 1568 se realiza la Fundación Eclesiástica, con el nombre de Santa Ana de Aloasí. En esta fecha, también se realizó el primer matrimonio eclesiástico.

El 29 de mayo de 1861, se realizó La fundación civil de Aloasí, y finalmente, el 21 de mayo de 1987, el Gobierno Nacional aprobó la ordenanza de delimitación de las zonas urbanas y rurales del cantón Mejía, determinando sus límites geográficos. (Plan de desarrollo Aloasí ,2010-2025, pg11-12)

## **8.5 Metodología**

### **8.5.1 Metodología para caracterización ambiental.**

Se tomará en cuenta la siguiente información: Geología, calidad del aire, nivel sonoro, tipos de suelo, hidrografía, uso del suelo, ocupación del suelo, flora , fauna, calidad de vida, salud y seguridad obtenida del Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025.

Para la información socioeconómica y datos de la población se considerará los datos del último Censo de Población y Vivienda 2010, el cual realizo el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

### **8.5.2 Metodología para la Identificación y Evaluación de impactos ambientales.**

Esta evaluación e identificación se realizará en base a las actividades del proyecto, que serán necesarios para la implementación del proyecto, además se verificará in situ el estado actual de la vía y centros de acopio, también se evaluará en campo, los posibles impactos que se producirán por la construcción de la vía, sobre los “factores” ambientales: físicos, bióticos, económicos y sociales; con estos datos se elaborará la matriz de Leopold, en el cual se realizará la identificación de causas y efectos, lo que permitirá la identificación, clasificación y valoración de los impactos ambientales que se generarán en el proyecto.

En la matriz de Leopold se colocará en las columnas las actividades principales y en las filas un listado de los principales factores ambientales que serán afectados.

Para la identificación de los impactos se utiliza la matriz de interrelación causa – efecto, en la que se relacionan las actividades del proyecto y los factores del ambiente afectados.

Para la evaluación cualitativa-cuantitativa de los impactos, se toma en cuenta la Magnitud y la Importancia; para la determinación de la magnitud sobre la matriz de identificación se caracteriza los impactos y se valora la magnitud tomando en consideración: carácter, extensión, duración, probabilidad, reversibilidad e intensidad.

La importancia al igual que la magnitud de los impactos se presenta en un rango de 1 a 10 y la misma que se valorará tomando en consideración parámetros diferentes a los de la magnitud y estos son: el momento, efecto, sinergia, periodicidad y recuperabilidad.

### **8.5.3 Metodología para la elaboración de fichas de expropiación.**

Las fichas de expropiación serán elaboradas en base a la información proporcionada por el Ilustre Municipio del cantón Mejía, la unidad de catastros entregó en formato airgis todos los predios aledaños a la vía con sus respectivos datos del terreno, nombre del propietario y avalúo, además con esta información se procederá a elaborar el cálculo del presupuesto necesario para indemnizar a los propietarios de los predios a ser afectados por la ejecución del proyecto.

- **Trabajo de oficina**

Con la información proporcionada de los lotes, se realizó su procesamiento en el programa Auto Cad 2013 a escala 1:1000, donde se implantó el diseño definitivo de la vía en estudio y así se determinó los terrenos afectados.

Una vez determinados los predios afectados se procederá a realizar el plano y las fichas de afectación las cuales contienen la siguiente información: clave catastral del predio, nombre del propietario, área del terreno, linderos, área de afectación, avalúo y ubicación, (ver anexo 24 ).

### **8.5.4 Diseño del Plan de Manejo Ambiental.**

En el Plan de Manejo Ambiental se planteará acciones de prevención y mitigación, que permitan reducir la intensidad de los impactos ambientales identificados hacia los componentes ambientales del área de influencia directa del proyecto.

### **8.5.5 Metodología para la evaluación de alternativas.**

Se considerarán 2 tipos de alternativas como son: el pavimento rígido y el pavimento flexible, donde se evaluarán los aspectos sociales, económicos y ambientales, que se producirán en la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

## 8.6 Marco legal

El proyecto deberá regir a las siguientes normas vigentes:

El art. 14 de la constitución de la República del Ecuador reconoce, el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Ministerio del Ambiente Acuerdo 068).

“El art 66, numeral 27 de la constitución de la República del Ecuador reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y armonía con la naturaleza”. (Constitución de la República del Ecuador, pg. 29)

El art 395, de la constitución de la República del Ecuador, señala que el estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado, así como las políticas de gestión ambiental serán de obligatorio cumplimiento por parte del estado y por todas las personas naturales y jurídicas, el estado garantizará la participación activa de la sociedad en la planificación, ejecución y control de las actividades que generen impactos ambientales y finalmente en caso de existir duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, esta se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

El art. 21, del Impacto Ambiental Expost, evaluación de riesgos, planes de manejo; planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencias y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los

mismos. El Ministerio del Ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

El Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicios de la responsabilidad civil y penal por acusaciones maliciosamente formuladas (Constitución de la República del Ecuador, 2008, Registro Oficial N° 449)

Sistema único de Manejo Ambiental (SUMA)

Ley de gestión ambiental, expedida el 30 de julio de 1999, en el registro oficial No.245.

Ley de la prevención y control de la contaminación ambiental.

El proyecto en estudio es de categoría 2 porque trata de un Mejoramiento vial, esta categorización se obtuvo del Acuerdo Ministerial 006, con fecha 18 de febrero del 2014, numeral 23.4.1.1.7 correspondiente a la Rehabilitación y mejoramiento de autopista, vías de primer, segundo y tercer orden. (Ministerio de ambiente, acuerdo 068)

## **8.7 Descripción del proyecto**

El presente proyecto vial, se realizó en base al rediseño geométrico de la vía con una longitud de 2674.15 metros, para el cual se propone dos tipos de alternativas de pavimento como son: pavimento flexible y rígido, el mismo que posee 3 etapas:

### 8.7.1 Etapa de construcción.

En esta etapa se considera las siguientes actividades, las cuales son las reelevantes del proyecto, para la realización de las actividades se necesita el siguiente personal técnico:

**1 Superintendente:** Es la persona que gerencia y administra el proyecto, revisa los planos de diseño, croonogramas u organigramas del proyecto y es el responsable de firmar las planillas.

**1 Residente de obra:** Es la persona que revisa y supervisa las obras de campo, realiza las planillas de obra mensualmente, ayuda a controlar las obras de arte mayor y menor, realiza pedidos de materiales, además de cordinar los trabajos con el superintendente y jefe de trabajos.

**1 Administrador:** Es la persona que realiza los pedidos del material solicitado por el superintendente y residente, además vela por el bienestar de todo el personal y coordina la alimentación.

**1 Bodeguero:** Es la persona que llena los cardex de los materiales pétreos y combustible, además entrega los implementos de seguridad como cascos, chalecos, botas, etc.

**1 Jefe de grupo o trabajo:** Es la persona que ayuda a controlar a la gente de trabajo, a su vez tienen la responsabilidad de llenar y velar que se cumpla con las ordenes de trabajo en dicho lugar.

**1 Grupo de topografía:** el cual esta conformado por 1 topógrafo y 3 cadenedos, son los encargados de colocar los niveles de la estructura como es subbase, base y carpeta.

**1 Cuadrilla:** Conformada por 1 maestro mayor, 5 fierros, 5 carpinteros y 5 peones, son los encargados de la construccion de las cunetas y alcantarillas.

A continuación se indica la maquinaria y personal a intervenir en el movimiento de tierras y colocación de subbase y base es la siguiente:

- 2 Motos niveladoras , marca Caterpillar o Komatsu
- 2 Rodillos lisos de 12 Ton, los cuales seran utilizados en la compactación de los agregados.
- 1 Rodillo pata de cabra de 12 Ton, sera utilizado para la compactación de los sitios donde se realicen rellenos.
- 2 Taqueros de agua de capacidad de 3000 a 5000 galones.
- 1 Retroexcavadora, la cual se utilizará para las excavaciones de arte menor como son las cunetas.
- 1 Excavadora
- 10 Volquetas de capacidad de 9 a 12 metros cubicos.

Para la operación de esta maquinaria se necesita de 7 operadores y 12 choferes profesionales con licencia tipo D o E. Además, esta maquina y personal será el mismo para los dos tipos de alternativas de pavimento, lo que cambiará es el personal y maquinaria para el asfaltado y hormigonado como se indica a continuación:

### **Para el asfaltado**

- 1 Finisher, con esta maquina para la colocación del asfalto en obra se necesita el siguiente personal:

4 rastrilleros

3 paleros

1 anotador

1 planchero, el revisa los niveles

1 ayudante.

- 1 Rodillo doble liso de 16 toneladas1 Rodillo Neumatico de 12 toneladas
- 1 Escoba
- 1 Distribuidor de Asfalto o litifor

- 1 Tanquero de Agua

Para la operación de esta maquinaria se necesita de 4 operadores y 1 chofer, y 10 técnicos.

### **Para el hormigonado**

1 Asfaltadora

Algunos Mixer , la cantidad de los mismos sera estimada en sitio según la programación.

2 vibradores

1 cuadrilla de 15 personas, compuesto de 1 maestro mayor y 14 peones.

Para la operación de esta maquinaria se necesita de 1 operador y 1 ayudante y 15 maestros.

Toda la maquina pesada de preferencia debe ser del año 2000 en adelante y encontrarse en buenas condiciones y el personal técnico en total es de 41 es de debe tener mínimo 2 años de experiencia.

#### ***8.7.1.1 Adecuación y uso del campamento.***

Son construcciones provisionales que el Contratista debe realizar, para proporcionar alojamiento y comodidad al personal técnico, el cual realizará las actividades del proyecto.

La adecuación del campamento se realizará en la parte posterior de la Casa Barrial La Moya como se indica en las siguientes fotografías:



Figura 96. Espacio a ser utilizado por el campamento, parte posterior

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano.



Figura 97. Espacio a ser utilizado por el campamento, parte frontal

Imagen: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Además, consistirá en la construcción y equipamiento de un campamento, el mismo tendrá lo siguiente: 1 oficina, 2 talleres, 2 bodegas, 1 puesto de primeros auxilios, 1 comedor, 1 cocina, y viviendas para personal del Contratista, de acuerdo a los planos presentados por el contratista al Fiscalizador, .

En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07 de la Especificaciones MOP-001-F - 2000.

#### ***8.7.1.2 Movimiento de tierras.***

Lo primero que se debe realizar es la colocación de las laterales de diseño por la medio del equipo de topografía, luego se procederá a realizar el movimiento de tierras en base a los volúmenes de corte y relleno en las diferentes abscisas los cuales se encuentran en la tabla 18 del capítulo 2.

#### ***8.7.1.3 Expropiación de terrenos.***

Esta expropiación se realizará a los terrenos que son afectados por el rediseño geométrico de la vía existente, el pago de la expropiación se realizará en base a las fichas de expropiación las cuales indican el área afectada y el valor a cancelar. El procedimiento de construcción de la vía se realizará de igual forma que en el movimiento de tierras.

#### ***8.7.1.4 Preparación de materiales.***

La preparación de los materiales se refiere a el armado del encofrado y la preparación insitu del hormigón a ser empleado en la fundición de pozos y cunetas.

#### ***8.7.1.5 Transporte de materiales.***

El transporte de los materiales se realizará a través de volquetas de 8 a 12 m<sup>3</sup> cúbicos de capacidad, las mismas que serán mínimo del año 2000, las cuales realizarán el transporte del material de desalojo desde el sitio de estudio hacia el centro de acopio ubicada en el sector de Romellidos con una longitud aproximada de 16 km.

Con respecto a los materiales pétreo a ser utilizados para la preparación de hormigón insitu y las capas de los pavimentos como son la base y subbase, serán los materiales de la Mina San Joaquin 2, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas, además cabe indicar que esta mina de material es calificada ya que cuenta con el permiso ambiental, se encuentra en el sector el chasqui y es mas cercana al proyecto, desde la mina hacia el proyecto existe una longitud aproximada de 25 km.

#### ***8.7.1.6 Movimiento de maquinaria pesada.***

El movimiento de la maquinaria pesada se realizará a lo largo de toda la vía en estudio y sobre todo en la sitio que se este interviniendo, además del traslado de la maquinaria desde el campamento al sitio de trabajo y viceversa.

#### ***8.7.1.7 Deposito de materiales.***

Una vez que se haya terminado la construcción de las capas de rodadura del pavimento, se realizará a un lado de la vía, el deposito de materiales pétreos con una capacidad de almacenamiento de máximo de 20 metros cúbicos, los cuales que se utilizarán para la construcción de pozos y cunetas.

#### ***8.7.1.8 Circulación de vehículos.***

La circulación de los vehículos sera permanente debido a que la vía es principal y se utiliza de acceso a los diferente barrios de la parroquia de Aloasi, por lo que se recomienda que se realice su construcción primero de un carril y luego del otro carril.

#### ***8.7.1.9 Asfaltado y hormigonado.***

El asfaltado y hormigonado se relizará con la maquinaria necesaria la misma que debe estar en optimas condiciones y operada con personal técnico calificado. Verificando la temperatura de llegada a la obra en el caso del asfalto y el asentamiento en el caso del pavimento rigido.

#### ***8.7.1.10 Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto.***

Estas señales son los conos y cintas de peligro, las cuales seran colocadas permanentemente en el sitio que se este interviniendo, durante el tiempo que dure la construcción del proyecto.

### **8.7.2 Etapa de operación**

Es la etapa de utilización del proyecto una vez que ya se ha ejecutado.

#### ***8.7.2.1 Movilización vehicular del servicio público y privado.***

Son los 530 vehículos entre livianos y pesados que transitan por la vía una vez que se haya terminado su construcción .

#### ***8.7.2.2 Aumento de la accesibilidad.***

Son los 616 vehículos que se incrementarán en 20 años al tráfico actual los cuales transitarán por la vía debido a que se encuentra en buenas condiciones, ya que esta vía conecta los barrios de Miraflores bajo, Miraflores Alto, San Roque y la Moya.

#### ***8.7.2.3 Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos .***

Los moradores del sector al contar con una vía en excelentes condiciones, se demoran menos tiempo que lo habitual en transportar sus productos desde sus terrenos hacia los mercados.

#### ***8.7.2.4 Etapa de mantenimiento.***

Esta etapa es muy importante para conservar el buen estado de la vía construida, por lo que es necesario que el mantenimiento en la misma sea rutinario.

#### ***8.7.2.5 Limpieza de estructuras menores.***

La limpieza de estas estructuras es importante para evitar colapsos o daños en el funcionamiento de las mismas a un futuro.

#### ***8.7.2.6 Bacheo o repavimentación.***

En los sitios donde exista una fisura a causa del uso diario de la vía, es aconsejable que se realice el bacheo o repavimentación del sitio, para así evitar que se dañe aun más la estructura del pavimento y de esa manera conservar el buen funcionamiento de la misma.

#### ***8.7.2.7 Remarcación de la señalización horizontal.***

Una vez que se realice la repavimentación de la vía, es necesario que se vuelva a colocar la señalización horizontal tal como se indica en los planos de diseño, ya que la remarcación de la señalización ayuda al conductor a prevenir futuros accidentes de tránsito.

## 8.8 Análisis de alternativas

El proyecto tiene dos tipos de alternativas de construcción con respecto a las obras de calzada como son: el pavimento rígido y el pavimento flexible como se indica a continuación:

Tabla 116. Análisis social, económico y ambiental para los dos tipos de pavimentos

Alternativa	Social	Económica	Ambiental
Pavimento flexible	La construcción de la vía causará mayor incomodidad a la población debido a que la profundidad de excavación es mayor y se utilizará mas maquinaria pesada.	El costo del mejoramiento de la vía será de 1043915,80 dólares.	Este proyecto causará mayor impacto ambiental sobre todo el nivel sonoro y la calidad del aire debido a que se utiliza bastante maquinaria pesada al existir mayor movimiento de tierras.
Pavimento rígido	La construcción de la vía causará mayor incomodidad a la población debido a que la profundidad de excavación es mayor y se utilizará menos maquinaria pesada.	El costo del mejoramiento de la vía será de 1332868,00 dólares.	Este proyecto causará mayor impacto ambiental sobre todo el nivel sonoro y la calidad del aire debido a que se utiliza poca maquinaria pesada al existir mayor movimiento de tierras.

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Una vez descritos los dos tipos de alternativas de pavimentos se procedió a calificarla de 1 a 5, donde al mayor beneficio se calificar con el valor de 1 y el menor beneficio se calificara con 5, como se indica a continuación:

Tabla 117. Análisis de alternativas pavimento flexible y pavimento rigido

Alternativa	Social	Económica	Ambiental	Total
Alternativa 1: Pavimento flexible	2	1	3	6
Alternativa 2 : Pavimento rígido	3	4	2	9

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De la tabla 117 se puede concluir económicamente y ambientalmente la arternativa 1 es más factible al tener un menor costo y un menor valor de impacto respecto a la alternativa 2.

## **8.9 Determinación del área de influencia**

El área de influencia es el lugar donde se presentan los impactos de la obra vial, sobre el medio ambiente o algunos de sus componentes naturales, sociales o económicos. Estas áreas serán establecidas en función de las fases más relevantes del proyecto, es decir en las etapas de construcción y operación que causen mayor impacto ambiental.

El área de influencia se clasifica en: directa e indirecta (Ecuacorriente S.A, pg. 15)

### **8.9.1 Área de influencia directa.**

Esta área corresponde al espacio físico donde los impactos se presentan de manera evidente, estos impactos pueden ser favorables o desfavorables, en el medio o en un componente, debido a una actividad o acción.

Además, cabe indicar que el área de influencia directa se determinó trazando una polilínea por el borde de todos los terrenos colindantes a la vía.

**A continuación se presentan las actividades y fases consideradas para la definición del AID**

Tabla 118. Actividades consideradas para la definición del área de influencia

<b>Preparación</b>	Adecuación y uso de campamento en la parte posterior de la casa barrial en el sector la Moya.
	Abastecimiento de agua, energía y servicio sanitario, por medio de la casa barrial en el sector la Moya.
<b>Construcción de la vía</b>	Movimiento de tierra
	Obras de calzada
	Instalaciones de drenaje
	Señalización horizontal y vertical
	Impactos ambientales
	Obras complementarias
<b>Desmovilización</b>	Retiro de equipos, maquinaria, campamento e instalaciones.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio Proyecto Mirador Ecuacorriente S.A

Para la determinación del área de influencia directa, se tomó en cuenta todos los componentes descritos en la tabla 118, ya que se realizó una polilínea por el borde de todos los terrenos colindantes a la vía (ver anexo 24). Además, en esta zona es donde se efectuarán todas las actividades mencionadas y donde se podrá verificar los aspectos ambientales significativos del proyecto (Ecuacorriente S.A, pg. 22)

### **8.9.2 Área de influencia indirecta.**

Esta área determina por los posibles impactos secundarios que se puedan producir fuera de los límites del área de influencia directa. Estas áreas son definidas como zonas de amortiguamiento y se determinó en base a los centros poblados que se encuentra cerca del proyecto, los cuales serán afectados de alguna manera. (Ver anexo 25)

### **8.10 Línea base**

La línea base del proyecto será enmarcada en base al componente físico y socioeconómico como se detalla a continuación:

### **8.10.1 Componente físico.**

#### ***8.10.1.1 Calidad del aire.***

Durante la fase de construcción de la vía, los movimientos de tierra y transporte de los materiales generara polvo, los cuales afectarán la calidad del aire, este impacto será directo, temporal, y afectará básicamente el área de intervención.

En cuanto a la flora el polvo cae encima de las hojas de la planta lo que reducirá la capacidad de fotosíntesis y transpiración de la misma provocando que se marchiten.

#### ***8.10.1.2 Nivel sonoro.***

En la etapa de construcción de la vía se generarán actividades como: movimiento de tierras, transporte de equipos, colocación del pavimento rígido o flexible y manejo de materiales los cuales producirán vibraciones y ruidos durante su ejecución, pero el mayor efecto viene después en la etapa de operación, debido a la circulación de los vehículos los cuales producirán ruidos de motor, expulsión de gases por el escape y vibraciones procedentes de camiones con cargas pesadas.

#### ***8.10.1.3 Hidrografía (Agua).***

Los cuerpos hídricos de importancia son: El río Jambelí que atraviesa el sector sur de la parroquia, para luego tomar el nombre de río San Pedro y la quebrada Cumbiteo, que se origina en la montaña El Corazón, y cuyas aguas desembocan en el río San Pedro y este a su vez en el Guayllabamba. Pero, en la zona específica del proyecto no se cruzan ningún cuerpo de agua o río. (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025, pg.19)

#### ***8.10.1.4 Tipos de suelo.***

La parroquia de Aloasi es una zona de suelos altamente cultivables, la textura del suelo alrededor de la parroquia es gruesa y en otros sectores su textura es moderamente

gruesa. Por lo general la parroquia de Aloasi, cuenta con suelos negros, profundos, arenosos finos con limo, o limosos con arena y con incremento de arcilla en la profundidad. (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025, pg.21)

En base a los estudios de suelos realizados cada 500 metros en la vía en estudio, se determinó existen dos tipos de suelo: En la clasificación AASHTO, el A4 (0) el cual es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico y A-2-4(0) que incluye diversos materiales granulares como grava y arena gruesa con contenido de limo y en la clasificación SUCS el ML el cual es suelo areno limoso y el SM el cual es un suelo limo arenoso. Estos dos tipos de suelo tienen índice de grupo = cero como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 119. Resumen de clasificación AASHTO Y SUCS

ABSCISA	PROFUNDIDAD D (m)	HUMEDAD (D) %	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO SUCS
			4	10	40	200								
0+000	0,0	22	98	94	79	43			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ GRISACEO
	1,5	9	100	98	72	33			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSAS, COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	2,5	23	100	100	92	53			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS, COLOR CAFÉ OSCURO	LIMO ARENOSO. COLOR CAFÉ OSCURO
0+500	0,0	16	98	97	80	41			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	1,5	11	100	98	77	37			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ
	2,5	23	100	98	87	50			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
1+000	0,0	14	100	98	88	48			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR HABANO
	1,5	5	100	100	93	48			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ HABANO
	2,5	20	100	100	88	54			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	LIMO ARENOSO, COLOR CAFÉ OSCURO
1+500	0,0	14	100	96	77	37			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	1,5	13	100	88	57	35			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	2,5	20	100	100	90	53			NP	0	A4(0)	ML	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
2+000	0,0	17	98	98	83	44			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR GRISACEO
	1,5	14	100	98	86	46			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
	2,5	18	100	96	82	41			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
2+500	0,0	17	100	98	90	49			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO
	1,5	5	100	100	97	34			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR CAFÉ HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ HABANO
	2,5	17	98	94	72	40			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR HABANO	ARENA LIMOSA, COLOR HABANO
2+740	0,0	13	98	94	75	29			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR GRIS	ARENA LIMOSA, COLOR GRIS
	1,5	10	100	98	76	34			NP	0	A-2-4(0)	SM	GRAVA Y ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR CAFÉ GRISACEO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ GRISACEO
	2,5	21	98	96	88	49			NP	0	A4(0)	SM	SUELOS LIMOSOS , COLOR CAFÉ OSCURO	ARENA LIMOSA, COLOR CAFÉ OSCURO

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana-laboratorio de ensayos de materiales

#### **8.10.1.5 Usos y ocupación del suelo.**

El cantón Mejía posee una buena zona ganadera, pastos naturales, pastos plantados, los cuales se encuentran en la parte occidental de cantón Mejía.

En las partes altas se siembran cultivos de papas, cebada, trigo, maíz, habas y hortalizas, fréjol, arveja, nabo, rábano, col, coliflor, zanahoria, camote, remolacha, ají, orégano y cebolla. En cambio en sector de Tandapi a 1.500 msnm, se siembran cultivos de banano, café, limón, plátano, naranja, caña de azúcar y yuca.

Los cultivos de cereales se dan en los lugares que tienen hasta 3.600 metros de altura, como es el caso de la parroquia El Chaupi.

Los cultivos de hortalizas se dan a los 3.000. y 3.100 metros de altura, como es el caso de las parroquias de Machachi, Aloasí y Alóag.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería registró los siguientes usos del suelo correspondientes al cantón Mejía hasta el año 2000: el 10,5% de la superficie total está dedicado a la producción agrícola, el 13% a la ganadería, el 34,8% es área forestal, el 36,3% es páramo, y el 5,4% tiene otros usos.

Los moradores de la vía en estudio, se dedican en su mayoría a la agricultura y ganadería, por lo que se asume 2 tipos de uso de suelo como son: 60% agrícola y 40% pastos naturales – cultivados. (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025, pg.25)

#### **8.10.2 Componente Biótico.**

##### **8.10.2.1 Flora.**

La zona de influencia en donde se desarrolla el proyecto, se encuentra en su mayoría intervenida por sembríos en parcelas, estas zonas principalmente se dedican al cultivo de maíz, papas, hortalizas, trigo, alfalfa; en esta zona existe también vegetación,

arbustos, pastos, lecheros y chilca; arboles de eucaliptos, aliso, arrayan y capuli, además en los terrenos agrícolas en su mayoría cultivan los siguiente productos:

Tabla 120. Especies de flora existente en el proyecto

Gráfico	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
	Maiz	Zea mays	Poaceae
	Papas	Solanum tuberosum	Solanaceae
	Habas	Vicia faba	Papilionaceas
	Trigo	Triticum spp	Poaceae
	Cebada	Hordeum vulgare	Poaceae
	Lechero	Euphorbia lactiflua	Euphorbiaceae

Fuente: Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025

### **8.10.2.2 Fauna.**

Los moradores de la zona en estudio, se dedican principalmente a la cría de animales como: ganado vacuno, equino, aves de corral, cuyes y conejos. Las especies que se observarán en la zona de estudio son las siguientes:

Tabla 121. Especies de fauna existente en el proyecto

Gráfico	Nombre Común	Nombre Científico	Familia
	Escarabajos	Scarabaeus laticollis	Scarabaeidae
	Lagartijas	Anolis sagrei sagrei	Iguanidae
	Sapo comun	Bufo bufo	Bufónidos
	Hormiga comun	Hormiga negra	Formicidae
	Mirlos Común	Turdus merula	Turdidae
	Torcasos	Zenaida auriculata	Columbidae
	Huiracchuro	Pheucticus chrysogaster	Cardinalidae

Fuente: Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025

### 8.10.2.3 Paisaje.

El alto valor paisajístico, la presencia de grandes parques nacionales y reservas ecológicas, favorecen notablemente a la actividad turística por otra parte la fertilidad de los suelos sin embargo, la fuerte presencia de actividades productivas: florícola, ganadera, maderera y pecuaria, han generado considerable contaminación y degradación ambiental.

El 80% del territorio se encuentra medianamente conservado, frente al 20% correspondiente a asentamientos humanos sin evidencia de conservación a causa de actividades antrópicas (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025).

### 8.10.3 Medio social y económico.

#### 8.10.3.1 Demografía.

En cuanto a la distribución de la población, de acuerdo al VII censo poblacional efectuado en el año 2010, la provincia de Pichincha tiene 2576.287 habitantes, el cantón Mejía tiene 81335 y la parroquia de Aloasi cuenta con 9685 habitantes como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 122. Total de población de la parroquia de Aloasí

Población según censos							
Años	1950	1962	1974	1982	1990	2001	2010
Pichincha	381982	553665	885078	1244330	1516902	2388817	2576287
Mejía	18413	23384	31890	39016	46687	62888	81335
Aloasí	2455	2923	3921	4450	5175	6855	9686

Fuente: INEN, Censo 2010

A continuación se presenta un cuadro representativo de la población según el género.

Tabla 123. Total de población de hombres y mujeres de la parroquia de Aloasí

	Población total	Hombres	Mujeres
Pichincha	2576287	1255711	1320576
Machachi	27623	13438	14185
Aloasí	9686	4635	5051

Fuente: INEN, Censo 2010

El siguiente cuadro representa a la población de la parroquia de Aloasí respecto a su edad y género:

Tabla 124. Población por grupos de edad y sexo de la parroquia de Aloasí

Población por grupos de edad y sexo			
Grupos de edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Menor de 1 año	88	83	171
De 1 a 4 años	422	402	824
De 5 a 9 años	501	552	1053
De 10 a 14 años	536	566	1102
De 15 a 19 años	471	494	965
De 20 a 24 años	429	429	858
De 25 a 29 años	388	445	833
De 30 a 35 años	321	392	713
De 35 a 39 años	311	333	644
De 40 a 44 años	254	271	525
De 45 a 49 años	195	235	430
De 50 a 54 años	157	188	345
De 55 a 59 años	132	151	283
De 60 a 64 años	112	128	240
De 65 a 69 años	113	133	246
De 70 a 74 años	74	90	164
De 75 a 79 años	56	56	112
De 80 a 84 años	40	59	99
De 85 a 89 años	22	30	52
De 90 a 94 años	10	9	19
De 95 a 99 años	2	4	6
De 100 años y más	1	1	2
<b>Total</b>	<b>4635</b>	<b>5051</b>	<b>9686</b>

Fuente: Consejo Provincial de Pichincha

Con el valor total de la población actual se procedió a realizar el cálculo de la población futura en función de la siguiente fórmula:

$$Pt = Pa * (1 + i)^n$$

**Dónde:**

**Pt**= Población Futura

**Pa**= Población actual = 9686 habitantes

**i**= índice de crecimiento =2.9%

**n**= vida útil o periodo de diseño del proyecto, en este caso es de 20 años

Tabla 125. Total de población de la parroquia de Aloasí

Año	Población futura
2014	9686
2015	9967
2016	10256
2017	10553
2018	10859
2019	11174
2020	11498
2021	11832
2022	12175
2023	12528
2024	12891
2025	13265
2026	13650
2027	14046
2028	14453
2029	14872
2030	15303
2031	15747
2032	16204
2033	16674
2034	17157

Fuente: INEN, Censo 2010

Como se puede apreciar en la tabla 125 la población beneficiada a un futuro por el proyecto será de 17157 habitantes, para un periodo de vida útil de 20 años y un índice de crecimiento de 2.9%.

### ***8.10.3.2 Empleo.***

Trabajo y empleo: En la siguiente tabla se detallan las principales actividades económicas, el porcentaje de generación de empleo, especialización de la mano de obra, sitios donde trabajan, condiciones de auto empleo, situación del comercio informal y los problemas detectados en la parroquia Aloasí. (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025, pg.30)

Tabla 126. Actividades y su generación de empleo

Actividades y su generación de empleo			
Actividades económicas generadoras de empleo	% de generación de empleo	Especialización de la mano de obra	Sitios donde trabajan (migración -laboral)
Ganadería	70	Calificada, no calificada	Local, campo
Agricultura	20	Calificada, no calificada	Local, campo
Comercio	10	Calificada, no calificada	Local, campo, ciudad

Fuente: Plan de desarrollo Aloasi 2010-2025

### 8.10.3.3 Producción.

A continuación se detalla en la siguiente tabla, las principales actividades de la parroquia Aloasí:

Tabla 127. Actividades y productos Agro productivos

Actividades y productos agro productivos			
Actividades y productos agro productivos	Tipo de producción o cultivos	Rendimiento (ha)	Principales mercados de comercialización
Agrícola	Vivero de árboles nativos		Local, utilizados para la reforestación de la zona
Producción agrícola orgánica	Maíz, papas, habas, mellocos, fréjol, zanahoria	Alverjas, remolacha, lechuga .	Mayorista de Quito, Machachi
Ganadería	Leche		Mayorista de Quito, Camal municipal
Florícola	Flores		

Fuente: Censo INEC, 2010

En la parroquia de Aloasí, existen industrias, micro empresas y manufacturas, las cuales aportan el desarrollo local y son las siguientes:

Tabla 128. Industria, manufactura y microempresa

Industria, manufactura y microempresa			
Industria o empresa	Actividad	Ubicación	Situación legal
Ecofróz	Procesamiento de brócoli	Barrio Potreros Altos	S.A
Industrias Cotogchoa	Producción quesera	Barrio Simón Bolívar	Industria
Industria quesera	Producción quesera	Barrio Miraflores Bajo	Industria
Zuu leche	Empresa de lácteos	Barrio el Tambo	Industria
Agrocoex	Producción de brócoli	Barrio la Moya -San Luis	Compañía
Ecoroses	Florícola	Sector la Bolivia	
Pink Flower	Florícola	Sector la Bolivia	
Automotor el Chibuleo	Venta de autos	Sector los Sauces	Cia.Ltda
Agroconsul Tores	Consultoría	Sector Chisinche	
Estaciones de servicio COOTAG	Venta de combustible	Barrio la Carretera	S.A
Estaciones de servicio AMAZONAS	Venta de combustible	Barrio el Calvario	S.A
La Verde	Producción de chochos	Barrio Potreros Altos	Industria

Fuente: Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025

A continuación se muestra las microempresas que se han desarrollado en la parroquia.

Tabla 129. Tipo de microempresa

<b>Tipo de microempresa</b>
Lavadora y lubricadora
<b>Comercio</b>
Cabinas telefónicas
Bazar
Farmacia
Panadería
Legumbres
Ferretería Calispa
<b>Tiendas</b>
Micromercados
<b>Transformación</b>
Bodega
Restaurante
Bloquera
<b>Otras</b>
Dulcería

Fuente: Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025

Las principales cadenas productivas del sector son: agrícolas, ganaderas y turísticas, pero cabe indicar que el turismo se canaliza en las haciendas y en las hosterías cercanas, más no en la comunidad.

Tabla 130. Cadenas productivas Aloasí

Cadenas productivas Aloasí		
Cadena productiva negocio	Actores principales	Servicios
Asociación agricultores Miraflores Bajo ( hortalizas y verduras )	Productor primario y consumidor final	Suiembra , cosecha, riego
Leche y productos derivados	Ganaderos, microempresas productoras de leche y sus derivados , fábricas pasteurizadoras , industrias queseras.	Camiones frigoríficos, procesos de pasteurización y derivación de la leche , locales de venta .
Turismo	Operadores turísticos, hosterías, haciendas turísticas	Hospedaje, alimentación y recreación.

Fuente: Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025

#### **8.10.3.4 Beneficios económicos.**

La agricultura y ganadería han sido por tradición y antigüedad las principales fuentes de ingreso para los pobladores. Además, se complementa con las fuentes de ingreso familiar con el comercio minorista.

Otras fuentes de ingreso para la localidad, es el desempeño como empleados de instituciones públicas, privadas y la migración representando el 5% de la población económicamente activa.

Su gran potencial, es la producción agrícola y ganadera. Actualmente la mayor parte de la parroquia se dedica a producir varios alimentos y a la producción de leche. (Plan de desarrollo Aloasí 2010-2025, pg.7)

En la siguiente tabla se indica que número de personas que se dedican a cada actividad:

Tabla 131. Actividades de la población de Aloasí

Rama de actividad	# personas
Agricultura	1335
Explotación de minas y canteras	11
Industrias manufactureras	560
Construcción	230
Comercio al por mayor y menor	504
Transporte y almacenamiento	321
Actividades de alojamiento y servicios de comida	124
Información y comunicación	33
Actividades financieras y de seguros	14
Actividades inmobiliarias	1
Actividades profesionales , científicas y técnicas	51
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	133
Administración pública y defensa	132
Enseñanza	98
Actividades de la atención de la salud humana	60
Artes, entretenimiento y recreación	17
Otras actividades de servicios	57
Actividades de hogares como empleadores	114
No declarado	372
Trabajador nuevo	114
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	10
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desecho	15
<b>Total</b>	<b>4316</b>

Fuente :Censo INEC, 2010

### **8.10.3.5 Aumento de la plusvalía de los terrenos.**

El aumento de la plusvalía de los terrenos se da generalmente cuando los terrenos poseen servicios básicos y cuentan con vías de acceso en buenas condiciones, también hay que tomar en cuenta que por cada año que trascorra el terreno costara más.

### **8.10.3.6 Relaciones sociales.**

Son las relaciones que tienen los productores con los comerciantes de los productos, ya que ellos se encargan de vender y trasportar los mismos a los diferentes cantones y ciudades del País.

### **8.10.3.7 Servicios básicos.**

En la estructura sanitaria básica del cantón Mejía se tiene: el servicio de agua potable alcanza en el área urbana el 81,5% mientras que en área rural el 51,4%; el alcantarillado en la zona urbana el 61,4% y el la rural 10,4%; letrinas el 9,1% en el área urbana y el 26,6% en la rural.

A través de los datos obtenidos del Censo de Población y vivienda (CPV) 2010 se tiene los siguientes porcentajes como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 132. Datos generales de los servicios básicos con respecto a la Parroquia de Aloasí

<b>Servicios Básicos</b>	<b>%</b>
Agua Potable	86,35
Energía Eléctrica	98,52
Alcantarillado	63,27
Recolección de Basura	88,32

Fuente: INEN, Censo 2010

#### **8.10.3.8 Humano.**

**Calidad de vida:** Debido a que la mayoría de las personas del sector se dedican a la agricultura y ganadería, llevan una vida más tranquila, ya que permanecen haciendo las cosas de la casa y del campo, además se alimentan con la mayoría de los productos que cultivan teniendo así una vida saludable.

**Salud y seguridad:** La parroquia de Aloasí cuenta con un centro de salud mayoritariamente equipado y personal capacitado, dependiente del área zonal 16 del Hospital Machachi.

En cuanto a la seguridad, en el parque central de la parroquia de Aloasí, se encuentra el PAI de los policías, los cuales brindan la atención y ayuda a la comunidad las 24 horas.

### **8.11 Identificación y evaluación de impactos ambientales**

De acuerdo a la metodología, la identificación de los impactos ambientales se realiza en base a la matriz causa-efecto, la misma que permite identificar los elementos del medio ambiente que son más susceptibles a recibir impactos y las actividades del proceso de construcción de la vía en estudio, en sus etapas de construcción, operación y mantenimiento.

La matriz de identificación de los impactos, está conformada por las “*actividades*” del proyecto y los “*factores ambientales*”, que se describen a continuación:

#### **8.11.1 Actividades del proyecto.**

Las actividades del proyecto serán las cantidades de obra requeridas para la construcción del proyecto para los 2 tipos de alternativas de pavimento como se indica a continuación:

Tabla 133. Cantidades de obra para el pavimento flexible

Código	Rubros	Unidad	Cantidad
<b>Movimiento de tierras</b>			
0003	Replanteo y nivelacion con Instr. Topograf.	Km	2.6700
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m2	16044.90
V321	Excavacion sin clasificar	m3	14592.33
V206	Transporte de material de excavacion	km * m3	233477.28
<b>Obras de calzada</b>			
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	6498.18
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	162454.50
0916	Base clase 3 con transporte hasta 30Km	m3	2968.31
V909	Asfalto diluido RC para riego adherencia	lt	89590.00
V917	Asfalto RC-250 para imprimacion	lt	32620.00
V919	Carp. Asfalto en caliente e=7.5 cm, inc. Transp	m2	16321.32
<b>Instalaciones de drenaje</b>			
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	m3	713.73
P670	Tuberia PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	713.73
0944	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40
0375	Excavacion y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60
0745	Nivelacion a mano	m2	62.60
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0,8 m	m	12.00
78	Acero de refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	2190.00
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechinales	m	1.50
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m2	55.00
I006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	m3	90.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m3	7.92
<b>Señalización horizontal y vertical</b>			
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble via	u	2.00
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00
1564	Señal parada buses contenido serigrafia	u	1.00
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00
S035	Señal peatones en la via cuadr 60x60 cm	u	4.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00
2692	Linea señal calzada pintura trafico	m	3956.00
V012	Cinta plastica reflectiva	m	500.00
4565	Postes para nomeclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00
3529	Reubicacion postes de hormigon altura 11m	u	15.00

Continúa...

Tabla 133. Cantidades de obra para el pavimento flexible (Continuación...)

<b>Impactos ambientales</b>			
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00
	Expropiación de terrenos	m2	----
<b>Obras complementarias</b>			
0936	Bajada de pozos	u	16.00
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	m	5353.30
<b>Alcantarilla de Miraflores Alto</b>			
V321	Excavacion sin clasificar	m3	551.25
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	35.00
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	551.25

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 134. Cantidades de Obra para el pavimento Rígido.

<b>Código</b>	<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Movimiento de tierras</b>			
0003	Replanteo y nivelacion con Instr. Topograf.	Km	2.6700
V321	Excavacion sin clasificar	m2	16044.90
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m3	14592.33
2206	Transporte de materiales o sobreacarreo	km * m3	233477.28
<b>Obras de calzada</b>			
0075	Hormigon premezclado f'c= 350 Kg/cm2	m3	2956.52
4591	Corte y sellado de juntas	m	9945.00
4555	Pasadores de hierro ( varilla lisa) fy=4200 kg/cm2, D=20mm, long=35 cm	m	10940.00
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	3249.09
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	81227.25
<b>Instalaciones de drenaje</b>			
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	m3	713.73
P670	Tuberia PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	713.73
0944	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40
0375	Excavacion y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60
0745	Nivelacion a mano	m2	62.60
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0,8 m	m	12.00
78	Acero de refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	2190.00
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechinales	m	1.50
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m2	55.00
1006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	m3	90.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m3	7.92

Continúa...

Tabla 134. Cantidades de Obra para el pavimento Rígido. (Continuación...)

<b>Señalización horizontal y vertical</b>			
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble via	u	2.00
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00
1564	Señal parada buses contenido serigrafia	u	1.00
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00
S035	Señal peatones en la vía cuadr 60x60 cm	u	4.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00
2692	Línea señal calzada pintura trafico	m	3956.00
V012	Cinta plastica reflectiva	m	500.00
4565	Postes para nomenclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00
3529	Reubicacion postes de hormigon altura 11m	u	15.00
<b>Impactos ambientales</b>			
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00
	Expropiación de terrenos	m2	----
<b>Obras complementarias</b>			
0936	Bajada de pozos	u	16.00
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	m	5348.30
<b>Alcantarilla de Miraflores Alto</b>			
V321	Excavacion sin clasificar	m3	551.25
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	35.00
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	551.25

Fuente: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### 8.11.2 Factores ambientales.

Definir el área de estudio permitirá seleccionar los factores ambientales que podrían ser afectados por las actividades del proyecto, estos factores ambientales serán valorados en función de su importancia que tiene cada uno en el ecosistema analizado.

Los factores ambientales seleccionados constan en el siguiente cuadro:

Tabla 135. Factores ambientales afectados por las actividades del proyecto

Factores ambientales	
Medio físico	Calidad del Aire
	Nivel Sonoro
	Agua
	Tipos de Suelo (Calidad )
	Uso y ocupación del suelo
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal )
	Fauna ( especies nativas )
	Paisaje
Medio social y económico	<b><i>Economía y Población</i></b>
	Demografía
	Empleo
	Producción
	Beneficios económicos
	Aumento de la plusvalía de los terrenos
	Relaciones Sociales
	<b><i>Servicios Básicos</i></b>
	Red de alcantarillado
	Red de energía eléctrica
	Red de agua potable
	<b><i>Humano</i></b>
	Calidad de vida
	Salud y seguridad

Fuente: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 8.12 Evaluación de los impactos ambientales

El proceso de evaluación se realizara mediante el análisis matricial, el cual permite el análisis de los posibles efectos que se producirán en cada actividad, donde se determinara los impactos ambientales más significativos en términos cualitativos y cuantitativos.

El sistema de valoración de los impactos se realizará en base a un método de puntaje/ponderación de las características de los impactos.

En La magnitud se evaluará: el carácter, extensión, duración, probabilidad, reversibilidad e intensidad en función de los siguientes valores.

Tabla 136. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales

Factor de medición	Valoración cualitativa	Puntuación del impacto
Carácter	Negativo	-1
	Positivo	1
Intensidad	Baja	1-2
	Media	3-5
	Alta	6-10
Extensión	Puntual	1-2
	Local	3-5
	Regional	6-10
Duración	Momentánea	1-2
	Temporal	3-5
	Permanente	6-10
Probabilidad	Poco Probable	0,1
	Probable	0,5
	Cierto	1
Reversibilidad	Corto plazo	1
	Largo plazo	2

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Los valores de magnitud se determinan de acuerdo a la siguiente expresión:

$$M = \text{Carácter} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Reversibilidad} + \text{Intensidad} + \text{Extensión}).$$

En cambio en la importancia se evaluará: el momento, efecto, sinergia, periodicidad y recuperabilidad en función de los siguientes valores como se indica:

Tabla 137. Valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales

Factor de medición	Valoración cualitativa	Puntuación del impacto
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio Plazo	2
	Corto Plazo	3
	Inmediato	4
	Critico	más de 4
Sinergia (SI)	sin sinergismo o simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto o secundario	1
	Directo o primario	4
Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (PR)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a corto plazo	2
	Recuperable a medio plazo	3
	Recuperable a largo plazo	4
	Mitigable, sustituible	4
	Irrecuperable	8

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Los valores de la importancia se determinan de acuerdo a la siguiente fórmula obtenida de la guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, año 2010:

$$I = \pm (2 * \text{Extensión} + \text{Momento} + \text{Duración} + \text{Reversibilidad} + \text{Sinergia} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad}).$$

Esta fórmula, para la determinación de la importancia se simplifica debido a que los parámetros como: la duración, extensión y la reversibilidad, intervinieron ya en la determinación de la magnitud, quedando de la fórmula de la siguiente manera:

$$I = \pm (\text{Momento} + \text{Sinergia} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad}).$$

Para determinar el valor de impacto ambiental se empleara la siguiente ecuación, la cual relaciona la importancia y la magnitud de impacto ambiental.

$$\text{Valor del Impacto Ambiental} = \pm (\text{Importancia} * \text{Magnitud})$$

### **8.12.1 Valoración de impactos .**

#### **8.12.1.1 Para la Magnitud.**

- **Carácter**

El carácter del impacto, puede ser positiva (+), negativa (-) o neutral , lo que implica la ausencia de impactos significativos. Por tanto, cuando se determina que un impacto es adverso o negativo, se valora como “-1” y cuando el impacto es benefico, “+1”. (Conesa, 2010, pg.250)

- **Intensidad**

La intensidad evalua los impactos que se generen en las diferentes actividades del proyecto, en los siguientes rangos:

De 1 a 2 : son los impactos que originan efectos negativos bajos

De 3 a 5: son los que originan efectos negativos, moderados o medios

De 6 a 10 : son los que originan efectos negativos altos (Conesa, 2010, pg.253)

- **Extensión**

Pertenece a la extensión geográfica del impacto que se producirá en relación al área de estudio; su valoración es la siguiente:

Extensión puntual: si este efecto está limitado a la “huella” del impacto

Extensión local: si este efecto se sitúa en el límite de área de influencia del proyecto

Extensión regional: si este efecto se sale de los límites del área del proyecto. (Ripoll, 2010, pg.255)

- **Duración**

La duración corresponde al tiempo que va a estar el efecto, existen dos tipos de duración:

Duración temporal: es el tiempo que se requiere en la fase de construcción.

Duración permanente: es el tiempo que se requiere en la fase de operación (Conesa, 2010, pg.256)

- **Probabilidad:** se entiende como el riesgo de ocurrencia del impacto, la probabilidad puede ser:

Poco Probable: el impacto tiene una baja probabilidad de ocurrencia

Probable: el impacto tiene una media probabilidad de ocurrencia.

Cierto: el impacto tiene una alta probabilidad de ocurrencia. (Conesa, 2010, pág.258)

- **Reversibilidad:** Está en función de su capacidad de recuperación puede ser:

A corto plazo: cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.

A largo plazo: cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable. ( Conesa, 2010, pg.260)

- **Intensidad**

La realización del proyecto y cada una de sus actividades, puede producir un efecto sobre cada componente ambiental, estos pueden ser:

Bajo: si el efecto es sutil o casi imperceptible

Medio: si el efecto es notable, pero difícil de medirse o de monitorear

Alto: si el efecto es notable. (Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental, año 2010).

### 8.12.1.2 Para la Importancia.

- **Momento**

Es el plazo de manifestación del impacto que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.

El impacto será de manifestación ambiental cuando el tipo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo.

El impacto sera de manifestación a corto plazo cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea inferior a un año.

Cuando el tiempo tarde en manifestarse de 1 a 10 años a medio plazo y a largo plazo cuando es tiempo es mas de 10 años . (Conesa, 2010, pg.270)

- **Sinergia**

La sinergia es la acción de dos o más causas, en el cual su resultado es mayor a la suma de los efectos individuales.

Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción se induce con el tiempo la aparición de nuevas causas ” (Conesa , 2010, pg.271)

- **Acumulación**

La acumulación es cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias por la inducción de nuevos efectos y puede ser:

Acumulativa:cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa sucesivamente la magnitud del efecto.(Conesa , 2010, pg.272)

- **Efecto**

El efecto, es la relación causa – efecto de una manifestación sobre un factor como consecuencia de una acción, estos pueden ser:

Directo o primario: es la repercusión de una acción consecuencia directa de esta.

Indirecto o secundario: su manifestación no es la consecuencia directa de la acción ya que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. (Conesa, 2010, pg.273)

- **Periodicidad**

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera continua o discontinua como se indica:

Aperiodica o irregular:cuando la manifestacion discontinua del efecto se repite en el tiempo de una manera irregular.

Periodica o intermitente:cuando la manifestación presentan una regularidad ” (Conesa , 2010, pg.274)

- **Recuperabilidad**

Se refiere a la posibilidad de reconstruir total o parcialmente el factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de regresar a las condiciones actuales antes de la intervención del proyecto” (Conesa, 2010, pg.275)

Una vez identificada la valoración de los impactos se procedió a realizar la matriz para cada una de las características de los impactos como se indica:

Tabla 138. Matriz Carácter de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 1 CARÁCTER DEL IMPACTO AMBIENTAL																									
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción											TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL				
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	1		2	3	1		2	3						
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y homigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto	Movilización vehicular del servicio público y privado		Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos	Limpieza de estructuras menores		Bacheo	Remarcación de señalización horizontal						
Medio físico	Calidad del aire	-1	-1			-1	-1		-1	-1					-6	1				1					1
	Nivel sonoro		-1			-1	-1		-1						-4	1				1					
	Agua																								
	Tipo de suelo (calidad)				-1						-1				-2										
	Uso ocupación del suelo	-1													-1										
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	-1	-1	-1				-1							-4										
	Fauna (especies nativas)																								
	Paisaje															1			1	2	1		1	1	2
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																								
	Demografía			-1											-1		1			1					
	Empleo														0	1		1		2	1	1	1	1	3
	Producción			-1											-1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
	Beneficios economicos	1		1						1					3	1	1	1	1	3					
	Aumento de la plusvalia del terreno			1						1					2		1	1	1	2					
	Relaciones sociales			1											1		1	1	1	2					
	<b>Servicios básicos</b>																								
	Red de alcantarillado																								
	Red de energía eléctrica																								
	Red de Agua Potable													0											
	<b>Humano</b>																								
	Calidad de vida	-1		-1		-1	-1		-1	-1					-6	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
	Salud y seguridad	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-1	1				-6		1			1	1	1	1	1	3
	<b>Impacto total de cada actividad</b>	-4	-4	-2	-1	-4	-4	-1	-4	-2	1				-25	7	7	7	7	21	5	5	5	5	15

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 139. Matriz de Extensión de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 2 EXTENSIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL																					
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción											TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	1		2	3	1		2	3		
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto	Movilización vehicular del servicio público y privado		Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos	Limpieza de estructuras menores		Bacheo	Remarcación de señalización horizontal		
Medio físico	Calidad del aire	1	5			3	4		1	4			18	6			6		5	5	
	Nivel sonoro		3			2	4		2			11	6			6					
	Agua											0									
	Tipo de suelo (calidad)				1					1		2									
	Uso ocupación del suelo	1										1									
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	3	3				2				9									
	Fauna (especies nativas)																				
	Paisaje											0	5		3	8	4	5	9		
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																				
	Demografía			1								1		1		1					
	Empleo											0	5		4	9	2	2	5		
	Producción			1								1	5	3	3	11	3	5	14		
	Beneficios economicos	2		1						3		6	3	2	5	10					
	Aumento de la plusvalia del terreno			2						4		6		7	1	8					
	Relaciones sociales			2								2		6	8	14					
	<b>Servicios básicos</b>																				
	Red de alcantarillado																				
	Red de energía eléctrica																				
	Red de Agua Potable											0									
	<b>Humano</b>																				
Calidad de vida	1		1		2	2		1	1		8	9	7	6	22	2	2	2	6		
Salud y seguridad	2	1	2		1	1		1	1	1	10		4		4	3	3	3	9		
<b>Impacto total de cada actividad</b>	8	12	13	1	8	11	2	5	14	1	75	39	30	30	99	14	17	17	48		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 140. Matriz de Duración de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 3 DURACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advenencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	2	7			5	5		3	4		26	6			6		5		5
	Nivel sonoro		4			5	6		7		22	4			4					
	Agua										0									
	Tipo de suelo (calidad)				2					2	4									
	Uso ocupación del suelo	4									4									
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	2	3	2				2			9									
	Fauna (especies nativas)																			
	Paisaje											9		9	18	1		1	2	
Medio social y economico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			1							1		10		10					
	Empleo											7		8	15	6	5	6	17	
	Producción			1							1	9	8	8	25	7	4	7	18	
	Beneficios economicos	1		1					1		3	6	8	8	22					
	Aumento de la plusvalía del terreno			2					3		5		6	7	13					
	Relaciones sociales			1							1		10	8	18					
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado																			
	Red de energía eléctrica																			
	Red de Agua Potable																			
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	2		4		4	4		2	3		19	10	10	10	30	7	7	6	20
Salud y seguridad	5	3	5		3	4		5	3	3	31		8		8	10	10	10	30	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	16	17	17	2	17	19	2	17	16	3	126	51	60	58	169	31	31	30	92	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 141. Matriz de Probabilidad de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 4 PROBABILIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	0.5	1			1	0.5		1	1		5	0.5			0.5				0.5
	Nivel sonoro		0.5			1	0.5		1			3	0.5			0.5			0.5	0
	Agua											0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				0.5					0.5		1				0				0
	Uso ocupación del suelo	1										1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	0.5	1	0.5				0.1				2.1				0				0
	Fauna (especies nativas)											0				0				0
	Paisaje											0	0.5		0.5	1	0.5		0.5	1
Medio social y economico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			0.5								0.5		1		1				0
	Empleo											0	1		1	2	0.5	0.5	0.5	1.5
	Producción			0.5								0.5	1	1	1	3	1	1	1	3
	Beneficios economicos	0.5		0.5							0.1	1.1	1	1	1	3				0
	Aumento de la plusvalía del terreno			0.5						0.1		0.6		1	0.5	1.5				0
	Relaciones sociales			0.1								0.1		1	0.5	1.5				0
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado											0				0				0
	Red de energía eléctrica											0				0				0
	Red de Agua Potable											0				0				0
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	0.1		0.5		0.5	0.5		0.5	0.1		2.2	1	1	1	3	0.5	0.5	0.5	1.5
Salud y seguridad	0.1	0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5	0.5	3.6		5		5	0.5	0.1	0.1	0.7	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	2.7	3	3.6	0.5	3	2	0.1	3	2.3	0.5	20.7	5.5	11	5.5	22	3	2.6	2.6	8.2	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 142. Matriz de Intensidad de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 5 INTENSIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL																					
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción											TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	1		2	3	1		2	3		
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto	Mobilización vehicular del servicio público y privado		Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos	Limpieza de estructuras menores		Bacheo	Remarcación de señalización horizontal		
Medio físico	Calidad del aire	1	2			1	1		1	1			7	2			2				2
	Nivel sonoro		2			1	1		1				5	2			2				0
	Agua												0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				1					1			2				0				0
	Uso ocupación del suelo	1											1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	1	1				1					4				0				0
	Fauna (especies nativas)												0				0				0
	Paisaje												0				0	1		1	2
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																				
	Demografía			1									1		2		2				0
	Empleo												0	1		1	2	1	2	1	4
	Producción			1									1	1	1	1	3	1	1	1	3
	Beneficios económicos	1		1						1			3	1	1	1	3				0
	Aumento de la plusvalía del terreno			2						1			3		1	2	3				0
	Relaciones sociales			2									2		1	2	3				0
	<b>Servicios básicos</b>																				
	Red de alcantarillado												0				0				0
	Red de energía eléctrica												0				0				0
	Red de Agua Potable												0				0				0
	<b>Humano</b>																				
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1			5	1	1	1	3	1	2	1	4
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1		7		1		1	1	1	1	3	
	<b>Impacto total de cada actividad</b>	6	6	10	1	4	4	1	4	6	1	41	8	8	8	24	5	8	5	18	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 143. Matriz de Reversibilidad de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 6 REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Mobilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remanecación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	1	1			1	1		1	1		6	1			1			1	
	Nivel sonoro		1			1	1		1		4	1			1			0		
	Agua										0				0			0		
	Tipo de suelo (calidad)				1					1	2				0			0		
	Uso ocupación del suelo	1									1				0			0		
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	1	1				1			4				0			0		
	Fauna (especies nativas)										0				0			0		
	Paisaje										0	1		1	2	1	1	2		
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			1							1	1	1		1			0		
	Empleo										0	1		1	2	1	1	3		
	Producción			1							1	1	1	1	3	1	1	3		
	Beneficios economicos	1		1						1	2	1	1	1	3			0		
	Aumento de la plusvalía del terreno			1						1	2		1	1	2			0		
	Relaciones sociales			1							1		1	1	2			0		
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado										0				0			0		
	Red de energía eléctrica										0				0			0		
	Red de Agua Potable										0				0			0		
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1	5	1	1	1	3	1	1	3		
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	7		1		1	1	1	3			
<b>Impacto total de cada actividad</b>	6	4	8	1	4	4	1	4	6	1	36	7	7	7	21	5	5	15		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Una vez determinadas las matrices de carácter, intensidad, extensión, duración, probabilidad y reversibilidad se procedió a determinar la matriz de magnitud como se indica a continuación.

Tabla 144. Matriz de Magnitud de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 7 MAGNITUD DEL IMPACTO AMBIENTAL																										
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción											TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL					
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	1		2	3	1		2	3							
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y homigonado	Señalización y adyacencia de las actividades en el proyecto	Movilización vehicular del servicio público y privado		Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos	Limpieza de estructuras menores		Bacheo	Remarcación de señalización horizontal							
Medio físico	Calidad del aire	-2.5	-15			-10	-5.5		-6	-10					-34	7.5			7.5				6.5			6.5
	Nivel sonoro		-5			-9	-6		-11						-26	6.5			6.5					6.5		
	Agua																									
	Tipo de suelo (calidad)				-2.5								-2.5		-5											
	Uso ocupación del suelo	-7													-7											
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	-2.5	-8	-3.5											-6.6											
	Fauna (especies nativas)																									
	Paisaje															7.5		6.5	14	3.5		4	7.5			7.5
Medio social y economico	<b>Economía y población</b>																									
	Demografía			-2											0		14		14							
	Empleo															14		14	28	5	5	4.5	14.5			14.5
	Producción			-2											0	16	13	13	42	12	11	15	38			38
	Beneficios economicos	2.5		2								0.6			3.1	11	12	15	38							
	Aumento de la plusvalia del terreno				3.5								0.9		0.9		15	5.5	20.5							
	Relaciones sociales			0.6											0		18	9.5	27.5							
	<b>Servicios básicos</b>																									
	Red de alcantarillado																									
	Red de energia eléctrica																									
	Red de Agua Potable																									
	<b>Humano</b>																									
	Calidad de vida	-0.5		-3.5		-4	-4		-2.5	-0.6					-15.1	21	19	18	58	5.5	6	5	16.5			16.5
	Salud y seguridad	-0.9	-3	-4.5		-3	-3.5		-4	-3		3			-15.9		70		70	7.5	1.5	1.5	10.5			10.5
	<b>Impacto total de cada actividad</b>	<b>-10.9</b>	<b>-31</b>	<b>-9.4</b>	<b>-2.5</b>	<b>-26</b>	<b>-19</b>	<b>-0.6</b>	<b>-23.5</b>	<b>-14.6</b>	<b>3</b>	<b>-134.5</b>	<b>83.5</b>	<b>161</b>	<b>81.5</b>	<b>326</b>	<b>33.5</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>93.5</b>			<b>93.5</b>	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

A continuación se presentan las matrices de momento, efecto, sinergia, periodicidad y recuperabilidad para la determinación de la matriz importancia.

Tabla 145. Matriz de Momento de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 8 MOMENTO DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	3	4			4	4		4	3		22	4			4		2	2	
	Nivel sonoro		4			4	4		4		16	4			4			0		
	Agua										0				0			0		
	Tipo de suelo (calidad)				2					1	3				0			0		
	Uso ocupación del suelo	1									1				0			0		
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	2	4	3				2			11				0			0		
	Fauna (especies nativas)										0				0			0		
	Paisaje										0	1		1	2	2	2	4		
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			1							1		2		2			0		
	Empleo										0	4		2	6	2	2	6		
	Producción			1							1	2	3	2	7	2	2	6		
	Beneficios económicos	2		1						2	3	2	3	2	7			0		
	Aumento de la plusvalía del terreno			1						2	3		2	2	4			0		
	Relaciones sociales			1							1		1	1	2			0		
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado										0				0			0		
	Red de energía eléctrica										0				0			0		
	Red de Agua Potable										0				0			0		
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	2		2		2	2		2	2	10	3	4	4	11	3	3	9		
Salud y seguridad	2	2	2		2	2		2	2	14		2		2	3	3	9			
<b>Impacto total de cada actividad</b>	12	14	12	2	12	12	2	12	12	2	86	20	17	14	51	12	12	36		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 146. Matriz de Sinergia de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 9 SINERGIA DEL IMPACTO AMBIENTAL																					
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3		
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advenencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Alorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal		
Medio físico	Calidad del aire	1	4			2	2		2	2			13	4			4		2		2
	Nivel sonoro		4			2	2		2				10	4			4				0
	Agua												0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				1					1			2				0				0
	Uso ocupación del suelo	1											1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	4	2				1					8				0				0
	Fauna (especies nativas)												0				0				0
	Paisaje												0	1		1	2	2		2	4
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																				
	Demografía			1									1		1		1				0
	Empleo												0	4		1	5	2	2	2	6
	Producción			1									1	1	2	1	4	2	2	2	6
	Beneficios economicos	1		1						1			2	1	2	1	4				0
	Aumento de la plusvalia del terreno			1						1			2		1	1	2				0
	Relaciones sociales			1									1		1	1	2				0
	<b>Servicios básicos</b>																				
	Red de alcantarillado												0				0				0
	Red de energía eléctrica												0				0				0
	Red de Agua Potable												0				0				0
	<b>Humano</b>																				
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1			5	2	4	4	10	2	2	2	6
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1		7		1		1	2	2	2	6	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	6	13	9	1	6	6	1	6	7	1		53	17	12	10	39	10	10	10	30	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 147. Matriz de Acumulación de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 10 ACUMULACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción										TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advenencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Renovación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	1	4			1	1		1	1		9	4			4		1		1
	Nivel sonoro		4			1	1		1			7	4			4				0
	Agua											0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				1					1		2				0				0
	Uso ocupación del suelo	1										1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	4	1				1				7				0				0
	Fauna (especies nativas)											0				0				0
	Paisaje											0	1		1	2	1		1	2
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>											1		1		1				0
	Demografía			1								0	4		1	5	1	1	1	3
	Empleo											1	1	1	1	3	1	1	1	3
	Producción			1								2	1	1	1	3				0
	Beneficios economicos	1		1						1		2	1	1	1	3				0
	Aumento de la plusvalía del terreno			1						1		2		1	1	2				0
	Relaciones sociales			1								1		1	1	2				0
	<b>Servicios básicos</b>											0				0				0
	Red de alcantarillado											0				0				0
	Red de energía eléctrica											0				0				0
	Red de Agua Potable											0				0				0
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1		5	1	4	4	9	1	1	1	3
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1	7		1		1	1	1	1	3	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 148. Matriz de Efecto de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 11 EFECTO DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	1	4			1	1		4	4		15	4			4		4		4
	Nivel sonoro		4			1	1		4			10	4			4				0
	Agua											0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				1					1		2				0				0
	Uso ocupación del suelo	1										1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	4	1				1				7				0				0
	Fauna (especies nativas)											0				0				0
	Paisaje											0	1		1	2	1		1	2
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			1								1		1		1				0
	Empleo											0	4		1	5	4	4	1	9
	Producción			1								1	4	4	1	9	4	4	1	9
	Beneficios economicos	1		1						1		2	4	4	1	9				0
	Aumento de la plusvalía del terreno			1						1		2		1	1	2				0
	Relaciones sociales			1								1		1	1	2				0
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado											0				0				0
	Red de energía eléctrica											0				0				0
	Red de Agua Potable											0				0				0
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1		5	1	4	4	9	1	1	1	3
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1	7		1		1	1	1	1	3	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 149. Matriz de Periodicidad de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 12 PERIODICIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL																					
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción										TOTAL	Etapas de operación			TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3		
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal		
Medio físico	Calidad del aire	1	4			2	2		2	2			13	4			4		2		2
	Nivel sonoro		4			2	2		2				10	4			4				0
	Agua												0				0				0
	Tipo de suelo (calidad)				1					1			2				0				0
	Uso ocupación del suelo	1											1				0				0
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	1	4	2						1			8				0				0
	Fauna (especies nativas)												0				0				0
	Paisaje												0	1		1	2	2		2	4
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																				
	Demografía			1									1		1		1				0
	Empleo												0	4		1	5	2	2	2	6
	Producción			1									1	1	2	1	4	2	2	2	6
	Beneficios económicos	1		1						1			2	1	2	1	4				0
	Aumento de la plusvalía del terreno			1						1			2		1	1	2				0
	Relaciones sociales			1									1		1	1	2				0
	<b>Servicios básicos</b>																				
	Red de alcantarillado												0				0				0
	Red de energía eléctrica												0				0				0
	Red de Agua Potable												0				0				0
	<b>Humano</b>																				
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1			5	2	4	4	10	2	2	2	6
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1		7		1		1	2	2	2	6	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>39</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>30</b>		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 150. Matriz de Recuperabilidad de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 13 RECUPERABILIDAD DEL IMPACTO AMBIENTAL																				
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3	
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advenencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Renovación de señalización horizontal	
Medio físico	Calidad del aire	1	8			2	2		2	3		18	2			2		2	2	
	Nivel sonoro		8			2	2		2			14	2			2			0	
	Agua											0				0			0	
	Tipo de suelo (calidad)				1					1		2				0			0	
	Uso ocupación del suelo	2										2				0			0	
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	2	4	8					1			15				0			0	
	Fauna (especies nativas)											0				0			0	
	Paisaje											0	1		1	2	2	2	4	
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																			
	Demografía			1								1		2		2			0	
	Empleo											0	4		2	6	2	2	6	
	Producción			1								1	2	2	2	6	2	2	6	
	Beneficios económicos	1		1							1	2	2	2	2	6			0	
	Aumento de la plusvalía del terreno				1							2		2	2	4			0	
	Relaciones sociales			1								1		2	2	4			0	
	<b>Servicios básicos</b>																			
	Red de alcantarillado											0				0			0	
	Red de energía eléctrica											0				0			0	
	Red de Agua Potable											0				0			0	
	<b>Humano</b>																			
	Calidad de vida	1		1		1	1		1	1		5	2	4	4	10	2	2	6	
Salud y seguridad	1	1	1		1	1		1	1	1	7		1		1	2	2	6		
<b>Impacto total de cada actividad</b>	8	21	15	1	6	6	1	6	8	1	70	15	15	15	45	10	10	30		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Una vez determinadas las matrices de momento, efecto, sinergia, periodicidad y recuperabilidad se procedió a determinar la matriz de importancia como se indica a continuación:

Tabla 151. Matriz de Importancia de Impacto Ambiental

MATRIZ No. 14 IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL																					
Componente	Factor ambiental	Etapa de construcción										TOTAL	Etapa de operación			TOTAL	Etapa de mantenimiento			TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11		1	2	3		1	2	3		
		Adecuación y uso de empalmados	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Asfalto y hormigonado	Señalización y advertencia de las actividades en el proyecto		Movilización vehicular del servicio público y privado	Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de cultivos		Limpieza de estructuras menores	Bacheo	Remarcación de señalización horizontal		
Medio físico	Calidad del aire	8	28			12	12		15	15			90	22			22		13		13
	Nivel sonoro		28			12	12		15			67	22			22					
	Agua											0									
	Tipo de suelo (calidad)				7					6		13									
	Uso ocupación del suelo	7										7									
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	8	24	17				7				56									
	Fauna (especies nativas)																				
	Paisaje											0	6		6		10		10	20	
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																				
	Demografía			6								6		8		8					
	Empleo												24		8	32	13	13	10	36	
	Producción			6								6	11	14	8	33	13	13	10	36	
	Beneficios económicos	7		6						7		20	11	14	8	33					
	Aumento de la plusvalía del terreno			6						7		13		8	8	16					
	Relaciones sociales			6								6		7	7	14					
	<b>Servicios básicos</b>																				
	Red de alcantarillado																				
	Red de energía eléctrica																				
	Red de Agua Potable																				
	<b>Humano</b>																				
	Calidad de vida	7		7		7	7		7	7		42	11	24	24	59	11	11	11	33	
Salud y seguridad	7	7	7		7	7		7	7	7	56		7		7	11	11	11	33		
<b>Impacto total de cada actividad</b>	44	87	61	7	38	38	7	44	49	7	382	107	82	69	246	58	61	52	171		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Finalmente se procedió a determinar la matriz total de impacto ambiental, realizando la multiplicación de la matriz magnitud con la matriz importancia como se indica a continuación:

Tabla 152. Matriz Total de Impacto Ambiental

MATRIZ 15. TOTAL DEL IMPACTO AMBIENTAL																						
Componente	Factor ambiental	Etapas de construcción											TOTAL	Etapas de operación				TOTAL	Etapas de mantenimiento			TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	1		2	3	1	2		3			
		Adecuación y uso de campamentos	Movimiento de tierras	Expropiación de terrenos	Preparación de materiales	Transporte de materiales	Movimiento de maquinaria pesada	Deposito de materiales	Circulación de vehículos	Adfallo y homigonado	Sozialización y adherencia de las actividades en el proyecto	Movilización vehicular del servicio público y privado		Aumento de la accesibilidad	Ahorro del tiempo de viaje en el transporte de entivos	Limpieza de estructuras menores	Bacheo		Remarcación de señalización horizontal			
Medio físico	Calidad del aire	-20.00	-430.00			-120.00	-66.00		-90.00	-150.00			-866.00	165.00				165.00		84.50		84.50
	Nivel sonoro		-140.00			-108.00	-72.00		-165.00				-485.00	143.00				143.00				
	Agua																					
	Tipo de suelo (calidad)				-17.50						-15.00		-32.50									
	Uso ocupación del suelo	-49.00											-49.00									
Medio biótico	Flora (cobertura vegetal)	-20.00	-192.00	-59.50					-4.20				-275.70									
	Fauna (especies nativas)																					
	Paisaje												45.00			39.00		35.00		40.00		75.00
Medio social y económico	<b>Economía y población</b>																					
	Demografía			-12.00											112.00			112.00				
	Empleo													336.00				448.00	65.00	65.00	45.00	175.00
	Producción			-12.00										176.00	182.00	104.00		462.00	156.00	143.00	150.00	449.00
	Beneficios económicos	17.50		12.00									29.50	121.00	168.00	120.00		409.00				
	Aumento de la plusvalía del terreno			21.00											120.00	44.00		164.00				
	Relaciones sociales			3.60											126.00	66.50		192.50				
	<b>Servicios básicos</b>																					
	Red de alcantarillado																					
	Red de energía eléctrica																					
	Red de Agua Potable																					
	<b>Humano</b>																					
	Calidad de vida	-3.50		-24.50		-28.00	-28.00		-17.50	-4.20			-105.70	231.00	456.00	432.00		1119.00	60.50	66.00	55.00	181.50
Salud y seguridad	-6.30	-21.00	-31.50		-21.00	-24.50		-28.00	-21.00	21.00		-132.30	490.00				490.00	82.50	16.50	16.50	115.50	
<b>Impacto total de cada actividad</b>	-81.30	-773.00	-102.90	-17.50	-277.00	-190.50	-4.20	-300.50	-190.20	21.00		-1916.70	1217.00	1654.00	917.50		3704.50	399.00	375.00	306.50	1080.50	
<b>IMPACTOS</b>		<b>CANTIDAD</b>											<b>%</b>	<b>CANTIDAD</b>				<b>%</b>	<b>CANTIDAD</b>			<b>%</b>
Impactos altamente significativos			3						1	1			13.51									
Impactos significativos		1		1		2	2		1				18.92									
Impactos despreciables		4	1	6	1	2	2	1	2	3	1		62.16			1		5.00	1	1	3	33.33
Impactos positivos		1		1									5.41	7	7	5		95.00	4	4	2	66.67
													100.00					100.00				100.00

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

En la tabla 152 se puede observar los impactos positivos y negativos que se producirán en el proyecto, el plan de manejo ambiental se lo realizará principalmente para los impactos negativos altamente significativos y significativos los cuales se describen a continuación:

- **Impacto sobre el aire - emisiones**

En la fase de construcción del proyecto, la maquinaria, el equipo de construcción y la circulación de los vehículos generarán emisiones de gases contaminantes en forma periódica, por lo que sus impactos serán temporales y reversibles.

- **Impacto sobre el aire - ruido**

Durante la fase de construcción, el movimiento de tierras, movimiento de la maquinaria, circulación de los vehículos y transporte generará altos niveles de ruido. El ruido podría ser perceptible por los operadores de la maquinaria y equipo, pero podrán ser mitigados cumpliendo con las medidas de seguridad que obligan a que los trabajadores utilicen protectores de oídos y cabinas aisladoras de ruido; por lo tanto los impactos serán temporales, de intensidades medias, puntuales y reversibles a largo plazo.

- **Impacto sobre el uso y ocupación del suelo**

Este impacto se refiere específicamente al lugar donde va a estar ubicado el campamento durante la ejecución del proyecto, por lo que el impacto será puntual y temporal.

- **Impacto sobre la cobertura vegetal**

El desbroce, desbosque y limpieza producirá la pérdida de la cobertura vegetal y produce la exposición del suelo a la erosión.

Debido al rediseño geométrico de la vía al área afectarse de los terrenos aledaños es mínima por lo que los impactos se consideran, temporales, a corto plazo, de baja intensidad y puntuales.

Una vez descritos los impactos negativos, se procede a describir los impactos positivos que tendrá el proyecto en la etapa de operación y mantenimiento:

- **Impacto sobre el aire - emisiones**

Los vehículos que circulen por la vía realizarán su recorrido en menor tiempo de viaje con respecto a la actualidad, por lo que causaran menor emisión de gases.

- **Impacto sobre el aire – ruido**

Los vehículos del sector al circular por la vía en buenas condiciones producirán ruidos normales los cuales no causan daños a la población.

- **Impacto sobre el empleo**

Los grandes, medianos y pequeños productores del sector aumentarán su producción de leche y cultivos lo que generara empleo a nuevas personas además de percibir mayores ganancias.

- **Impacto sobre los beneficios económicos**

Todos los productores y moradores del sector tendrán un ahorro en el mantenimiento de sus vehículos, en los costos de operación y transporte de los productos.

- **Impacto sobre el aumento de la plusvalía de los terrenos**

Los terrenos aledaños al proyecto tendrán un aumento en su costo por tener una vía de acceso en perfectas condiciones.

- **Impacto sobre las relaciones sociales**

Los productores al tener mayor producción y contar con una vía de acceso en buen estado, permitirá trasportar sus productos sin estropearse y en poco tiempo lo que ayudara a que se entreguen más productos al día.

- **Impacto sobre la calidad de vida**

En la etapa de operación de la vía las personas del sector tendrán una mejor movilización ya sea pública o privada en un menor tiempo de viaje.

- **Impacto sobre la Salud y Seguridad**

Como el proyecto contará con mantenimiento continuo de la vía, se evitará el deterioro del pavimento además el mantenimiento de las obras arte menor permitirá que funcionen correctamente.

#### **8.14 Plan de Manejo Ambiental**

La formulación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) se basará en los resultados de la Evaluación de Impactos Ambientales que se producirán, por la realización del Mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a la Moya y Diseño de la alcantarilla en el sector de Miraflores Alto.

El Plan de Manejo Ambiental, contempla la ejecución de acciones correctoras las cuales ayuden a disminuir y controlar los impactos ambientales negativos más significativos y significativos del proyecto como son calidad del aire, nivel sonoro, cobertura vegetal, uso y ocupación del suelo.

Es importante indicar que en el presente estudio, tomará en consideración las especificaciones técnicas del Ministerio de Obras Públicas MOP -001-F-2000 donde las medidas de prevención son:

##### **8.13.1 Medida para la prevención y control de la contaminación del aire**

Para prevenir y controlar los efectos de la contaminación del aire, debido al uso de maquinaria y equipos los cuales producen emisiones de gases en los diferentes frentes de trabajo, se deberá realizar lo siguiente:

Para el control el polvo: se deberá realizar riegos de agua continuos. Además, de controlar la velocidad de circulación de los vehículos livianos y pesados que transiten por el sector; también es necesario que las volquetas que transporten el material de un lugar a otro lo recubran con lonas o plásticos, con el fin de aminorar la contaminación del aire producida por el viento, la misma que causa incomodidad a los trabajadores y a la comunidad; para precautelar la salud del personal técnico deberán utilizar mascarillas y gafas.(Ministerio de Obras Públicas , 2002, pg.121)

### **8.13.2 Medida para la prevención y control del ruido**

Para evitar que la emisión de sonidos no supere los niveles máximos permitidos por las normas nacionales y además, puedan generar repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de la obra, la especificación MOP determina:

Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar molestar a la población de la zona de la obra.

La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genera excesivos niveles de ruido (sobre los 75 dB) estos deberán ser reparados inmediatamente y luego regresarán al trabajo una vez que cumplan con los niveles admisibles según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, Reglamento referente al ruido.

Si el Fiscalizador comprobara la generación de ruido y/o vibraciones en algunas áreas de la obra, el notificará al Contratista a fin de que se tomen medidas correctivas para evitar molestias y conflictos.

Para el control y corrección del ruido y/o vibraciones el contratista deberá tomar en cuenta las siguientes acciones:

Mantenimiento de los vehículos: que implica el buen funcionamiento de los motores y componentes mecánicos, el balanceo y la calibración de las llantas.

Para disminuir el ruido del equipo pesado y maquinaria se deberá utilizar silenciadores de escape, y amortiguadores para disminuir las vibraciones, además se deberá controlar el uso inadecuado de bocinas o pitos.

La velocidad de circulación vehicular en sectores poblados no debe exceder de 20 a 25 km/h.

Exposición del personal: por ningún motivo una persona debe estar expuesta a un ruido continuo con un nivel superior a 115 dB o intermitente superior a 140 dB, incluso a una exposición durante 8 horas diarias de 90 dB.

Los operadores de equipo pesado y maquinaria deberán utilizar protectores auriculares de goma u orejeras. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg.122)

### **8.13.3 Manejo de materiales excedentes producto del desmantelamiento del campamento**

Todos los residuos que provengan del desmontaje de campamento, taller y demás obras temporales, por medio de un proceso ordenado, se realizará la remoción de los componentes para así tener una fácil manipulación de los mismos. Además, se procederá a la recolección, clasificación, manejo y transporte de los residuos líquidos y sólidos a fin de evitar que quede residuos en el sitio y en el caso de los residuos que no son reciclables se deberá optar por su traslado al botadero más cercano.

### **8.13.4 Medida para la conservación de la flora**

Los trabajos de desbroce y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberá realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en las zonas aledañas. Además se deberá evitar la pérdida de la vegetación en los ríos o quebradas. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg.125)

Se recomienda tomar en cuenta la medida de educación y concientización ambiental para los moradores del sector y personal técnico a intervenir en el proyecto, a pesar que causa un mínimo impacto, la misma que se describe a continuación.

### 8.13.5 Medida de educación y concientización ambiental

Son los procedimientos que regulan los trabajos y las actividades de la obra vial, orientados hacia la disminución de los impactos ambientales previstos en las actividades de construcción y operación.

Se deberá realizar charlas para el personal técnico y la comunidad, para así relacionarlos de una mejor manera con el entorno. En estas charlas se topará temas específicos relacionados con la protección ambiental, seguridad laboral y acciones, para el manejo y control de la contaminación por emisiones y desechos del proyecto. (Ministerio de Obras Públicas, 2002, pg.127-128)

Se estima realizar un total de 4 charlas para la población del sector, a través de las cuales se informará de manera clara y precisa a los moradores del sector sobre los trabajos que se ejecutarán en el proyecto, para ello se efectuara talleres participativos y entrega de hojas volantes.

Para proteger a la comunidad y a los trabajadores del proyecto de posibles accidentes o daños a la propiedad durante la fase de construcción, se instalará señalización temporal para así controlar el tráfico. Estas señales serán ubicadas en sitios apropiados y visibles al público.

A continuación se presenta el presupuesto de las medidas de mitigación:

Tabla 153. Presupuesto de las medidas de mitigación

Impactos ambientales					
Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08	4.79	1844.53
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00	342.11	1368.44
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00	0.37	111.00
	Expropiaciones de terrenos	m2	92221.11	-----	92221.11
				<b>Total:</b>	95545.08

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 154. Cronograma valorado de las actividades para mitigar los impactos ambientales

Cronograma valorado de impactos ambientales										
<b>Obra:</b> Diseño del mejoramiento vial con drenaje de la vía principal de acceso a "La Moya" y diseño de alcantarilla en el sector de Miraflores Alto							<b>Monto de contrato:</b>	95545.08		
<b>Ubicación:</b> Cantón Mejía, Parroquia Aloasí							<b>Plazo:</b>	2 meses		

Actividades	Costo	1 Mes				2 Meses				Total
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	
Impactos ambientales	Riego de agua para control del polvo	1844.53			461.13	461.13	461.13	461.13		1844.52
	Charlas de concientización	1368.44	684.22	684.22						1368.44
	Difusión pública :Hojas volantes	111.00	111.00							111.00
	Expropiaciones de terrenos	92221.11			23055.28	23055.28	23055.28	23055.28		92221.12
	<b>Total</b>	<b>95545.08</b>								<b>95545.08</b>

Inversiones	795.22	684.22	0.00	23055.28	23055.28	23055.28	23055.28	0.00
Porcentaje	0.01	0.01	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.00
Inversiones acumuladas	795.22	1479.44	1479.44	24995.85	48512.26	72028.67	95545.08	95545.08
Porcentaje acumulado	0.01	0.02	0.02	0.26	0.51	0.75	1	1

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Estas medidas de prevención serán controladas a través de los siguientes programas:

*Programa para el control del aire*

Tabla 155. Programa para el control del aire

EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO MANEJO AMBIENTAL		
PROYECTO: MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRONCIPAL DE ACCESO A LA MOYA Y DISEÑO DE ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO		
PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES A LA ATMOSFERA (AIRE)		
1. Componente Afectado	2. Etapa de implementacion:	3. Tipo de medida correctiva:
Componente físico	Construcción	Prevención
4. Objetivo de la medida adoptada:		
Minimizar la emisión de material particulado, gases contaminantes con el fin de mantener la calidad del aire.		
5. Financiamiento:	6. Impactos a Mitigar	
Junta parroquial de Aloasí	Aumento de niveles de de material particulado en la atmósfera.	
7. Medidas de Manejo		
<p>Para prevenir y controlar los efectos de la contaminación del aire, debido al uso de maquinaria y equipos los cuales producen emisiones de gases en los diferentes frentes de trabajo, se deberá realizar lo siguiente:</p> <p>Para el control el polvo: se deberá realizar riegos de agua continuos, además de controlar la velocidad de circulación de los vehículos livianos y pesados que transiten por el sector; también es necesario que las volquetas que transporten el material de un lugar a otro lo recubran con lonas o plásticos, con el fin de aminorar la contaminación del aire producida por el viento, la misma que causa incomodidad a los trabajadores y a la comunidad; para precautelar la salud del personal técnico deberán utilizar mascarillas y gafas.</p>		
8. Entidad responsable ejecución:	9. Area de la inspeccion:	10. Frecuencia de la inspeccion :
Empresa contratada	Proyecto	Cada mes en la etapa de construcción
11. Duración:		12. Responsable de la capacitación:
Durante la etapa de construcción		El residente de obra
13. Observaciones:		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

*Programa para el control del ruido*

Tabla 156. Programa para el control del ruido

EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO MANEJO AMBIENTAL		
PROYECTO: MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRONCIPAL DE ACCESO A LA MOYA Y DISEÑO DE ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO		
PROGRAMA DE MANEJO DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y TRANSPORTE (RUIDO)		
1. Componente afectado	2. Etapa de implementación:	3. Tipo de medida correctiva:
Componente físico	Construcción	Prevención
4. Objetivo de la medida adoptada:		
Evitar el exceso de ruido durante la etapa de construcción del proyecto. Evitar daños al medio ambiente a causa del ruido que causara la maquinaria.		
5. Financiamiento:	6. Impactos a Mitigar	
Junta parroquial de Aloasí	Altos niveles de ruido	
7. Medidas de Manejo		
<p>En el mantenimiento de los vehículos se debe considerar una buena combustión de los motores, el ajuste de sus componentes mecánicos, el balanceo y calibración de las llantas                      En los vehículos y maquinaria a diesel, el tubo del escape debe estar ubicado a una altura no mayor a 3 m                      Para disminuir el ruido del equipo pesado y maquinaria se deberá utilizar silenciadores de escape, y amortiguadores para disminuir las vibraciones, además se deberá controlar el uso inadecuado de bocinas o pitos.                      La velocidad de circulación vehicular en sectores poblados no debe exceder de 20 a 25 km/h.                      - Exposición del personal: por ningún motivo una persona debe estar expuesta a un ruido continuo con un nivel superior a 115 dB o intermitente superior a 140 dB, incluso a una exposición durante 8 horas diarias de 90 dB.                      - Los operadores de equipo pesado y maquinaria deberán utilizar protectores auriculares de goma u orejeras.</p>		
8. Entidad responsable ejecución:	9. Área de inspección:	10. Frecuencia de inspección:
Empresa y junta parroquial	Lugar del proyecto y campamento	Cada 15 días en la etapa de construcción
11. Duración:		12. Responsable de la inspección:
Durante la etapa de construcción		Residente de obra
13. Observaciones:		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

*Programa para el control del uso y ocupación del suelo*

Tabla 157. Programa para el control del uso y ocupación del suelo

EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		
PROYECTO: MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO A LA MOYA Y DISEÑO DE ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO		
PROGRAMA DE MANEJO DE CAMPAMENTOS E INSTALACIONES TEMPORALES		
1. Componente afectado	2. Etapa de implementación:	3. Tipo de medida correctiva:
Componente social, económico y biótico	Construcción	Prevención
4. Objetivo de la medida adoptada:		
Considerar las medidas ambientales durante la etapa de instalación y operación temporal del campamento		
5. Financiamiento:	6. Impactos a Mitigar	
Junta parroquial de Aloasí	Remoción y afectación de la cobertura vegetal Cambios temporales en el uso del suelo Emisiones de gases y partículas Generación de ruido Aporte de aguas domésticas residuales Modificación en la percepción del paisaje Generación de residuos domésticos e industriales Demanda de servicios públicos Incomodidad a los moradores de la zona	
7. Medidas de Manejo		
<p><b>Localización del campamento</b></p> <p>Tomando en cuenta que el campamento será instalado tras la Casa Barrial la Moya, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:                      El campamento deberá estar conformado por material prefabricado</p> <p><b>Condiciones higiénicas</b></p> <p>Los trabajadores deberán ocupar los baños que se encuentran en la Casa Barrial la Moya</p> <p><b>Condiciones de seguridad</b></p> <p>El campamento en su totalidad debe contar con señalización, como salidas de emergencia, extintores, botiquín, etc</p> <p><b>Manejo de residuos sólidos en el campamento</b></p> <p>Se deberán colocar basureros de diferentes colores para clasificar la basura y estos deberán estar colocados en tres lugares distintos del campamento                      El agua para consumo humano debe ser potable se deberán realizar controles de calidad de agua para confirmar que el agua cumpla con los parámetros de                      Todos los sitios del campamento deberán estar en buenas condiciones de higiene y limpieza.                      El contratista o deberá realizar el vertimiento de aceites, grasas, combustibles y otras sustancias químicas en el suelo del campamento.</p>		
8. Entidad responsable ejecución:	9. Área de la inspección:	10. Frecuencia de la inspección :
Empresa contratada	Campamento	Cada mes en la etapa de construcción
11. Duración:	12. Responsable de la capacitación:	
Durante la etapa de construcción	Residente de obra	
13. Observaciones:		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

*Programa de capacitación al personal técnico y comunidad*

Tabla 158. Programa de capacitación al personal técnico y comunidad

EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO MANEJO AMBIENTAL		
PROYECTO: MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRONCIPAL DE ACCESO A LA MOYA Y DISEÑO DE ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO		
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL Y COMUNIDAD		
1. Componente Afectado	2. Etapa de implementación:	3. Tipo de medida correctiva:
Componente social y económico	Construcción	Prevención
4. Objetivo de la medida adoptada:		
Capacitar a la comunidad y a todo el personal involucrado con el proyecto, manteniendo las condiciones de seguridad industrial y garantizando la protección del medio ambiente.		
5. Financiamiento:	6. Impactos a Mitigar	
Junta parroquial de Aloasí	Ocurrencia de accidentes de trabajo Afectaciones a la flora, fauna o recurso naturales, por no cumplir con las normas ambientales	
7. Medidas de Manejo		
Se deberá realizar charlas para el personal técnico y la comunidad, para así relacionarlos de una mejor manera con el entorno. En estas charlas se topará temas específicos relacionados con la protección ambiental, seguridad laboral y acciones, para el manejo y control de la contaminación por emisiones, y desechos del proyecto. Se estima realizar un total de 4 charlas para la población del sector, a través de las cuales se informará de manera clara y precisa a los moradores del sector sobre los trabajos que se ejecutarán en el proyecto, para ello se efectuara talleres participativos y entrega de hojas volantes. Para proteger a la comunidad y a los trabajadores del proyecto de posibles accidentes o daños a la propiedad durante la fase de construcción, se instalará señalización temporal para así controlar el tráfico. Estas señales serán ubicadas en sitios apropiados y visibles al público.		
8. Entidad responsable ejecución:	9. Área de la capacitación:	10. Frecuencia de la capacitación :
Empresa y Junta parroquial	Campamento	Cada mes en la etapa de construcción
11. Duración:		12. Responsable de la inspección:
Durante la etapa de		Personal capacitado por parte del constructor
13. Observaciones:		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Con la determinación de los planes ambientales, el promotor encargado de la obra deberá presentar al Ministerio del Ambiente la siguiente ficha:

Tabla 159. Ficha ambiental y plan de manejo ambiental

FICHA AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
<b>1. Proyecto, obra o actividad</b>		<b>2. Actividad económica</b>		
Diseño del Mejoramiento Vial con Drenaje de la Vía Principal de Acceso a “LA MOYA” y Diseño de Alcantarilla en el Sector de Miraflores Alto.		Rehabilitación y mejoramiento de autopista, vías de primer, segundo y tercer orden.		
<b>3. Datos generales</b>				
Sistema de coordenadas UTM WGS84 , Zona 17 Sur				
X: 766928		Y: 9940620		Altitud: 3162 m
Estado del proyecto, obra o actividad:		Construcción :	Operación :	Cierre : Abandono:
Dirección del proyecto , obra o actividad :				
Cantón : Mejía		Ciudad: Machachi		Provincia: Pichincha
Parroquia : Urbano: Rural: Aloasí		Zona no delimitada :		Periférico:
Datos del promotor: Junta Parroquial de Aloasí				
Domicilio del promotor: Aloasí				
Correo electrónico del promotor: parroquia.aloasi@hotmail.com			Teléfono: 2310-826	
<b>Características de la zona</b>				
Área del proyecto (ha o m2): 21660.62 m2			Infraestructura (residencial , industrial , u otros )	
Mapa de ubicación :				
				
<b>Equipos y accesorios principales</b>				
1.- Excavadoras(1)		3.- Volquetas(10)		5.- Equipo para asfaltado : 1 Finisher, 1 rodillo doble liso, 1 rodillo neumático, 1 escoba , 1 distribuidor de asfalto y 1 tanquero de agua
2.- Retroexcavadoras (1)		4.- Herramienta manual		6.- Equipo para Hormigonado : 1 Asfaltadora , 2 vibradores
7.- Tanqueros (2)		8.- Rodillo pata de cabra (1)		9.- Rodillos lisos (2)
10.- Motoniveladoras (2)				
Observaciones:				
<b>Requerimiento de personal</b>				
60 personas entre técnicos , operadores y mano de obra				
<b>Espacio físico del proyecto</b>				
Área total (m2, ha) : 21660.62 m2			Área de implantación (m2, ha) : 21660.62 m2	

Agua Potable : Sí ( x ) NO ( )	Consumo de agua (m3) : 21.6 m3 al día por persona	
Energía Eléctrica : Sí ( x ) NO ( )	Consumo de energía eléctrica ( Kw ) :63.24 kw al día	
Acceso Vehicular : Sí ( x ) NO ( )	Facilidades de transporte para acceso : Buses machacheñas y camionetas de alquiler.	
Topografía del terreno :	Tipo de Vía :Colectora clase III	
Alcantarillado : Sí ( x ) NO ( )	Telefonía : Movil ( x ) Fija ( x ) Otra ( )	
Observaciones:		
<b>Situación del predio</b>		
Alquiler:	Compra:	
Comunitarias: X	Zonas restringidas:	
Otros (detallar):		
Observaciones :		
<b>Ubicación coordinada de la zona del proyecto</b>		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur . Para la creación de un polígono de implantación		
Este ( X ) 766928	Norte (Y) 9940620	Altitud (msmn) 3162
Este ( X ) 768753	Norte (Y) 9942212	Altitud (msmn) 3030
Este ( X ) 766950.33	Norte (Y) 9941108.38	Altitud (msmn) 3150.507
Este ( X ) 768224.22	Norte (Y) 9941839.24	Altitud (msmn) 3069.393
Este ( X ) 7667346.78	Norte (Y) 9941381.46	Altitud (msmn) 3147.778
Este ( X ) 767791.60	Norte (Y) 9941596.33	Altitud (msmn) 3093.537
Este ( X ) 768224.22	Norte (Y) 9941839.24	Altitud (msmn) 3069.393
Este ( X ) 768633.41	Norte (Y) 9942085.32	Altitud (msmn) 3040.572
<b>4. Marco legal referencial</b>		
Marco legal referencial y sectorial		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema único de Manejo Ambiental (SUMA)</li> <li>• Ley de gestión ambiental, expedida el 30 de julio de 1999, en el registro oficial No.245.</li> <li>• Ley de la prevención y control de la contaminación ambiental.</li> <li>• Acuerdo Ministerial 006, con fecha 18 de febrero del 2014, numeral 23.4.1.1.7 correspondiente a la Rehabilitación y mejoramiento de autopista, vías de primer, segundo y tercer orden.</li> </ul>		
<b>5. Descripción del proyecto, obra o actividad</b>		
<p>El Proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha – Cantón Mejía - Parroquia Aloasí. Es un lugar con tierra agrícola y ganadera por excelencia, la vía en estudio es una vía principal de acceso a los Barrios Miraflores Alto, San Roque y La Moya la cual se encuentra a nivel de rasante (empedrado). El proyecto tiene una longitud de 2674.15 metros y funciona como vía principal de comunicación con el centro de la parroquia. Cabe indicar que actualmente en la mayor parte del proyecto existe el sistema de alcantarillado y la vía se encuentra empedrada en su totalidad pero no cuenta con drenaje superficial, por lo cual las aguas lluvias (sumideros) serán evacuados a los pozos del alcantarillado existente.</p> <p>Se considerarán 2 tipos de alternativas como son: el pavimento rígido y el pavimento flexible, donde se evaluarán los aspectos sociales, económicos y ambientales, que se producirán en la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto , las cuales se describen a continuación: Adecuación y uso del campamento, movimiento de tierras , expropiación de terrenos, preparación de materiales , transporte de materiales , movimiento de maquinaria pesada , depósito de materiales , asfaltado y hormigonado , señalización y advertencia de las actividades en el proyecto , limpieza de estructuras menores.</p>		
<b>6. Descripción del proceso</b>		
Interacción en el proceso		
Materiales, insumos, equipos	Fase del proceso	Impactos potenciales
Volquetas, herramienta manual, equipo para asfaltado y equipo para hormigonado.	Etapa de construcción Etapa de Operación Etapa de Mantenimiento	Impacto sobre el aire - emisiones Impacto sobre el aire - ruido Impacto sobre la cobertura vegetal Impacto sobre la calidad de vida

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

A continuación se presentan las siguientes fichas, las cuales ayudarán al promotor encargado a revisar que se cumplan los programas de manejo ambiental:

### Ficha para control del aire

Tabla 160. Ficha para control del aire

PROGRAMA DE: MANEJO DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y TRANSPORTE					
Objetivos: Definir el procedimiento a seguir durante la operación del equipo caminero a ser utilizado en la construcción de la vía, evitar daños a la población, trabajadores y el medio ambiente a causa del incorrecto manejo de los equipos en la obra					
Lugar de aplicación: Lugar del proyecto y campamento					
Responsable: Empresa y junta parroquial					
Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo
Medio físico	Calidad del aire	Exceso de ruido, gases y partículas a la atmósfera. El derrames de grasas y aceites, debido al mantenimiento.	Para prevenir y controlar los efectos de la contaminación del aire, debido al uso de maquinaria y equipos los cuales producen emisiones de gases en los diferentes frentes de trabajo, se deberá realizar lo siguiente: Para el control el polvo: se deberá realizar riegos de agua continuos, además de controlar la velocidad de circulación de los vehículos livianos y pesados que transiten por el sector; también es necesario que las volquetas que transporten el material de un lugar a otro lo recubran con lonas o plásticos, con el fin de aminorar la contaminación del aire producida por el viento, la misma que causa incomodidad a los trabajadores y a la comunidad; para precautelar la salud del personal técnico deberán utilizar mascarillas y gafas.	Libro de obra e inspecciones	5 MESES

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## Ficha para control de ruido

Tabla 161. Ficha para control de ruido

PROGRAMA DE: CONTROL DE RUIDO					
OBJETIVOS: Minimizar el ruido en la etapa de construcción del proyecto					
Lugar de aplicación: A lo largo del proyecto					
Responsable: Empresa contratada					
Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo
Medio físico	Nivel sonoro	Aumento de los niveles de presión sonora.	<p><b>Control de Ruido</b></p> <p>Para prevenir y controlar los efectos de la contaminación del aire, debido al uso de maquinaria y equipos los cuales producen emisiones de gases en los diferentes frentes de trabajo, se deberá realizar lo siguiente:</p> <p>Para el control el polvo: se deberá realizar riegos de agua continuos, además de controlar la velocidad de circulación de los vehículos livianos y pesados que transiten por el sector; también es necesario que las volquetas que transporten el material de un lugar a otro lo recubran con lonas o plásticos, con el fin de aminorar la contaminación del aire producida por el viento, la misma que causa incomodidad a los trabajadores y a la comunidad; para precautelar la salud del personal técnico deberán utilizar mascarillas y gafas.</p>	Controles y registros	5 meses

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## Fichas para el control del uso del suelo (campamentos)

Tabla 162. Ficha para control del uso del suelo (manejo de suelos)

PROGRAMA DE: MANEJO DE SUELOS					
OBJETIVOS: Prevenir el deterioro del recurso suelo en la zona de influencia del proyecto como resultado de las actividades de construcción.					
Lugar de aplicación: A lo largo del proyecto					
Responsable: Empresa contratada					
Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo
Medio biótico	Flora (Cobertura vegetal)	Afectación de la calidad de los suelos. Cambios en el uso del suelo.	<p><b>Movilización de Vehículos</b> No se permitirá la movilización de vehículos y maquinaria en las zonas verdes, a excepción de los sectores estrictamente necesarios para la construcción de las diferentes obras y los suelos tampoco serán ocupados por escombros o materiales de construcción.</p> <p><b>Manejo de Excavaciones</b> Se debe restringir la pérdida de suelos, a las áreas estrictamente necesarias para la construcción. La disposición temporal en los sitios de obra sólo será posible si es estrictamente necesario para las adecuadas maniobras de excavación del material y carga del mismo, en las volquetas. Los trabajos de desbroce y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberá realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en las zonas aledañas.</p>	Inspecciones y registros y libro de obra	5 meses

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 163. Ficha para control del uso del suelo (manejo de campamentos e instalaciones temporales)

PROGRAMA DE: MANEJO DE CAMPAMENTOS E INSTALACIONES TEMPORALES					
Objetivos: Considerar las medidas ambientales durante la etapa de instalación y operación temporal del campamento					
Lugar de aplicación: Campamento					
Responsable: Empresa contratada					
Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo
Componente social y económico	Uso y ocupación del suelo	<p>Remoción y afectación de la cobertura vegetal.</p> <p>Cambios temporales en el uso del suelo.</p> <p>Emisiones de gases y partículas</p> <p>generación de ruido.</p> <p>Aporte de aguas domesticas residuales.</p> <p>Modificación en la percepción del paisaje.</p> <p>Generación de residuos domésticos e industriales.</p> <p>Demanda de servicios públicos</p> <p>incomodidad a los moradores de la zona.</p>	<p><b>Localización del campamento</b> Tomando en cuenta que el campamento será instalado tras la Casa Barrial la Moya, se debera tomar en cuenta lo siguiente: El campamento deberá estar conformado por material prefabricado</p> <p><b>Condiciones higienicas</b> Los trabajadores deberán ocupar los baños que se encuentran en la Casa Barrial la Moya .</p> <p><b>Condiciones de seguridad</b> El campamento en su totalidad debe contar con señalización, como salidas de emergencia, extintores, botiquin,etc</p> <p><b>Manejo de residuos sólidos en el campamento</b> Se deberán colocar basureros de diferentes colores para clasificar la basura y estos deberan estar colocados en tres lugares distintos del campamento El agua para consumo humano de ser potable se deberá realizar controles de calidad de agua para confirmar que el agua cumpla con los parámetros de calidad. Todos los sitios del campamento deberán estar en buenas condiciones de higiene y limpieza. El contratista o deberá realizar el vertimiento de aceites, grasas, combustibles y otras sustancias químicas en el suelo del campamento.</p>	Controles, registros e inspecciones	5 meses

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 164. Ficha para control del uso del suelo (cierre y abandono)

PROGRAMA DE: CIERRE Y ABANDONO				
<b>Objetivos:</b> Disminuir la ocurrencia de accidentes de trabajos que se puedan generar en la etapa de construcción de la vía. Brindar buenas condiciones de trabajo, garantizando la salud metal y social				
<b>Lugar de aplicación:</b> Campamento				
Responsable: Empresa y junta parroquial				
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Medio de verificación	Plazo
Componente social y económico		Para el cumplimiento de este programa se debe cumplir a cabalidad con los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental; además en los programas en los que se identifiquen problemas, el contratista será responsable de realizar las actividades necesarias para su corrección.		5 meses

### 8.14 Firmas de Responsabilidad

Cuando el proponente encargado de la obra vaya a presentar las fichas ambientales al Ministerio del Medio Ambiente, deberá anexas firmas de responsabilidad

## **CAPÍTULO 9**

### **ANÁLISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO**

#### **9.1 Presupuesto de obra**

Para el cálculo del presupuesto del proyecto, se utilizará los precios unitarios de la EPMMOP los cuales se calcularán en base al programa Sapro con fecha marzo 2014. Los volúmenes de obra fueron calculados en base de las características del proyecto y los planos de detalle; en los cuales consta el tipo de material y las cantidades a utilizarse. Además, se ha realizado el cronograma de trabajo en donde se encuentra determinado los períodos aproximados de ejecución de cada uno de los rubros.

##### **9.1.2 Cantidades de obra.**

Las cantidades de obra serán calculadas en función de los planos de diseño de la vía la cual tiene una longitud de 2674.15 metros, además estas cantidades serán determinadas para los dos tipos de pavimentos como son: pavimento flexible y pavimento rígido, también las cantidades de obra de las nuevas alcantarillas ubicadas en la Abs2+510 , 0+607.5 y en el sector de Miraflores Alto ; cada rubro deberá cumplir con las especificaciones técnicas MOP -001- F 2002 las cuales se encuentran detalladas en los anteriores capítulos .

Para el proyecto se estima las siguientes cantidades de obra:

Cantidades de obra para el pavimento flexible

Tabla 165. Cantidades de obra para el Pavimento flexible

Código	Rubros	Unidad	Cantidad
<b>Movimiento de tierras</b>			
0003	Replanteo y nivelacion con Instr. Topograf.	Km	2.6700
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m2	16044.90
V321	Excavacion sin clasificar	m3	14592.33
V206	Transporte de material de excavacion	km * m3	233477.28
<b>Obras de calzada</b>			
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	6498.18
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	162454.50
0916	Base clase 3 con transporte hasta 30Km	m3	2968.31
V909	Asfalto diluido RC para riego adherencia	lt	89590.00
V917	Asfalto RC-250 para imprimacion	lt	32620.00
V919	Carp. Asfalto en caliente e=7.5 cm, inc. Transp	m2	16321.32
<b>Instalaciones de drenaje</b>			
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	m3	713.73
P670	Tuberia PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	713.73
0944	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40
0375	Excavacion y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60
0745	Nivelacion a mano	m2	62.60
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0,8 m	m	12.00
78	Acero de refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	2190.00
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechinales	m	1.50
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m2	55.00
I006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	m3	90.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m3	7.92
<b>Señalización horizontal y vertical</b>			
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble via	u	2.00
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00
1564	Señal parada buses contenido serigrafia	u	1.00
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00
S035	Señal peatones en la via cuadr 60x60 cm	u	4.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00
2692	Linea señal calzada pintura trafico	m	3956.00
V012	Cinta plastica reflectiva	m	500.00
4565	Postes para nomeclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00
3529	Reubicacion postes de hormigon altura 11m	u	15.00

Continúa...

Tabla 165. Cantidades de obra para el Pavimento flexible (Continuación...)

<b>Impactos ambientales</b>			
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00
	Expropiación de terrenos	m2	----
<b>Obras complementarias</b>			
0936	Bajada de pozos	u	16.00
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	m	5353.30
<b>Alcantarilla de Miraflores Alto</b>			
V321	Excavacion sin clasificar	m3	551.25
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	35.00
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	551.25

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 166. Cantidades de obra para el Pavimento rígido

<b>Código</b>	<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Movimiento de tierras</b>			
0003	Replanteo y nivelacion con Instr. Topograf.	Km	2.6700
V321	Excavacion sin clasificar	m2	16044.90
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m3	14592.33
2206	Transporte de materiales o sobreacarreo	km * m3	233477.28
<b>Obras de calzada</b>			
0075	Hormigon premezclado $f_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$	m3	2956.52
4591	Corte y sellado de juntas	m	9945.00
4555	Pasadores de hierro ( varilla lisa) $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , D=20mm, long=35 cm	m	10940.00
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	3249.09
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	81227.25
<b>Instalaciones de drenaje</b>			
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora $h = 0.8 - 2 \text{ m}$	m3	713.73
P670	Tuberia PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	713.73
0944	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40
0375	Excavacion y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60
0745	Nivelacion a mano	m2	62.60
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0,8 m	m	12.00
78	Acero de refuerzo $F_y = 2800 - 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	2190.00
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechinales	m	1.50
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m2	55.00
I006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	m3	90.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m3	7.92

Continúa...

Tabla 166. Cantidades de obra para el Pavimento rígido (Continuación...)

<b>Señalización horizontal y vertical</b>			
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble via	u	2.00
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00
1564	Señal parada buses contenido serigrafia	u	1.00
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00
S035	Señal peatones en la via cuadr 60x60 cm	u	4.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00
2692	Linea señal calzada pintura trafico	m	3956.00
V012	Cinta plastica reflectiva	m	500.00
4565	Postes para nomeclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00
3529	Reubicacion postes de hormigon altura 11m	u	15.00
<b>Impactos ambientales</b>			
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00
	Expropiación de terrenos	m2	----
<b>Obras complementarias</b>			
0936	Bajada de pozos	u	16.00
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	m	5348.30
<b>Alcantarilla de Miraflora Alto</b>			
V321	Excavacion sin clasificar	m3	551.25
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	35.00
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	551.25

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 9.2 Análisis de precios unitarios

Se denomina precio unitario al pago que la entidad contratante deberá pagar al contratista por unidad de obra y por el trabajo que se ejecute.

La unidad de obra es la unidad de medición correspondiente a las especificaciones técnicas del MOP y así cuantificar las cantidades de obra; para el precio unitario de un rubro se tomara en cuenta lo siguiente:

- **Costos directos:** Son todos los gastos que inciden directamente en la construcción como la mano de obra, materiales, equipo y transporte, efectuados para la ejecución de un proyecto.
- **Costos indirectos:** Son todos los gastos que no inciden directamente en la ejecución del proyecto como son los gastos imprevistos, gastos de oficina, etc.

El análisis de precios unitarios de la vía en estudio se encuentra en el (Anexo 25), los cuales contemplan el costo de los equipos, los jornales de mano de obra, costo de materiales y el costo del transporte.

Una vez realizado el análisis de precios unitarios para cada rubro, se procedió a realizar el presupuesto para los dos tipos de pavimentos como se indica a continuación:

Tabla 167. Presupuesto para el Pavimento Flexible

Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Movimiento de tierras</b>					
0003	Replanteo y nivelacion con Instr. Topograf.	Km	2.6700	399.85	1067.60
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m2	16044.90	0.54	8664.25
V321	Excavacion sin clasificar	m3	14592.33	3.64	53116.08
V206	Transporte de material de excavacion	km * m3	233477.28	0.36	84051.82
<b>Obras de calzada</b>					
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	6498.18	22.82	148288.47
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	162454.50	0.30	48736.35
0916	Base clase 3 con transporte hasta 30Km	m3	2968.31	25.79	76552.71
V909	Asfalto diluido RC para riego adherencia	lt	89590.00	0.55	49274.50
V917	Asfalto RC-250 para imprimacion	lt	32620.00	0.47	15331.40
V919	Carp. Asfalto en caliente e=7.5 cm, inc. Transp	m2	16321.32	11.49	187531.97
<b>Instalaciones de drenaje</b>					
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	m3	713.73	2.04	1456.01
P670	Tuberia PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98	20.18	16547.20
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m3	713.73	4.46	3183.24
0944	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40	145.57	10975.98
0375	Excavacion y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60	6.76	4296.66
0745	Nivelacion a mano	m2	62.60	0.81	50.71
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60	8.66	239.02
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60	207.65	3239.34
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0,8 m	m	12.00	171.62	2059.44
78	Acero de refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	kg	2190.00	1.93	4226.70
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechainales	m	1.50	6.67	10.01
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m2	55.00	19.29	1060.95
I006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	m3	90.00	217.80	19602.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m3	7.92	9.31	73.74

Continúa...

Tabla 167. Presupuesto para el Pavimento Flexible

(Continuación...)

<b>Señalización horizontal y vertical</b>					
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20	56.16	4110.91
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00	145.05	3481.20
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00	186.66	4479.84
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble vía	u	2.00	109.52	219.04
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00	89.09	445.45
1564	Señal parada buses contenido serigrafía	u	1.00	148.89	148.89
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00	358.14	358.14
S035	Señal peatones en la vía cuadr 60x60 cm	u	4.00	141.00	564.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00	198.97	198.97
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00	165.34	992.04
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00	127.85	511.40
2692	Línea señal calzada pintura tráfico	m	3956.00	0.61	2413.16
V012	Cinta plástica reflectiva	m	500.00	0.25	125.00
4565	Postes para nomenclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00	75.60	5292.00
3529	Reubicación postes de hormigón altura 11m	u	15.00	103.46	1551.90
<b>Impactos ambientales</b>					
0754	Riego de agua para control del polvo	m3	385.08	4.79	1844.53
V001	Charlas de concientización	u	4.00	342.11	1368.44
V016	Difusión pública: Hojas Volantes	u	300.00	0.37	111.00
	Expropiación de terrenos	m2	----	----	92221.11
<b>Obras complementarias</b>					
0936	Bajada de pozos	u	16.00	10.07	161.12
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00	46.69	373.52
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	m	5353.30	30.74	164560.44
<b>Alcantarilla de Miraflores Alto</b>					
V321	Excavación sin clasificar	m3	551.25	3.64	2006.55
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00	399.41	13979.35
4524	Instalación alcantarilla metálica	m	35.00	8.66	303.10
0021	Relleno - compactación tierra zanja tubería	m3	551.25	4.46	2458.58
<b>TOTAL =</b>					<b>1043915.80</b>

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 168. Presupuesto para el Pavimento Rígido

Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
<b>Movimiento de tierras</b>					
0003	Replanteo y nivelación con Instr. Topograf.	Km	2.6700	399.85	1067.60
V321	Excavación sin clasificar	m2	16044.90	0.54	8664.25
0959	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	m3	14592.33	3.64	53116.08
2206	Transporte de materiales o sobrecarreo	km * m3	233477.28	0.36	84051.82
<b>Obras de calzada</b>					
0075	Hormigón premezclado fc= 350 Kg/cm2	m3	2956.52	180.03	532262.30
4591	Corte y sellado de juntas	m	9945.00	8.76	87118.20
4555	Pasadores de hierro ( varilla lisa) fy=4200 kg/cm2, D=20mm, long=35 cm	m	10940.00	8.86	96928.40
V915	Sub-Base clase 2 sin transporte	m3	3249.09	22.82	74144.23
V207	Transporte de sub base, base , material de mejoramiento y fresado	m3/km	81227.25	0.30	24368.18
<b>Instalaciones de drenaje</b>					
0012	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	m3	713.73	2.04	1456.01
P670	Tubería PVC alcantarillado 200 mm	m	819.98	20.18	16547.20
0021	Relleno - compactación tierra zanja tubería	m3	713.73	4.46	3183.24
0944	Pozo de revisión HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	m	75.40	145.57	10975.98
0375	Excavación y relleno zanja (para las alcantarillas)	m3	635.60	6.76	4296.66
0745	Nivelación a mano	m2	62.60	0.81	50.71

Continúa...

Tabla 168. Presupuesto para el Pavimento Rígido

(Continuación...)

4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	27.60	8.66	239.02
2513	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	m	15.60	207.65	3239.34
2514	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0.8 m	m	12.00	171.62	2059.44
78	Acero de refuerzo $F_y=2800-4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	2190.00	1.93	4226.70
V655	Drenes PVC normal 10 mm mechinales	m	1.50	6.67	10.01
0060	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	m <sup>2</sup>	55.00	19.29	1060.95
I006	Horm. Premezclado 280 Kg/cm <sup>2</sup> (Superestruc)	m <sup>3</sup>	90.00	217.80	19602.00
V030	Relleno de tierra tras muro contencion	m <sup>3</sup>	7.92	9.31	73.74
<b>Señalización horizontal y vertical</b>					
4881	M.O. reductor de velocidad en asfalto	m	73.20	56.16	4110.91
S037	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	u	24.00	145.05	3481.20
4538	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	u	24.00	186.66	4479.84
4570	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble via	u	2.00	109.52	219.04
S009	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	u	5.00	89.09	445.45
1564	Señal parada buses contenido serigrafia	u	1.00	148.89	148.89
S033	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	u	1.00	358.14	358.14
S035	Señal peatones en la via cuadr 60x60 cm	u	4.00	141.00	564.00
S043	Señal parada de bus 60x80 cm	u	1.00	198.97	198.97
S038	Señal lim de velocidad 60x75 cm	u	6.00	165.34	992.04
V002	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	u	4.00	127.85	511.40
2692	Linea señal calzada pintura trafico	m	3956.00	0.61	2413.16
V012	Cinta plastica reflectiva	m	500.00	0.25	125.00
4565	Postes para nomeclatura vial h.i.=2.6m	u	70.00	75.60	5292.00
3529	Reubicacion postes de hormigon altura 11m	u	15.00	103.46	1551.90
<b>Impactos ambientales</b>					
0754	Riego de agua para control del polvo	m <sup>3</sup>	385.08	4.79	1844.53
V001	Charlas de concientizacion	u	4.00	342.11	1368.44
V016	Difusion publica: Hojas Volantes	u	300.00	0.37	111.00
	Expropiación de terrenos	m <sup>2</sup>	----	----	92221.11
<b>Obras complementarias</b>					
0936	Bajada de pozos	u	16.00	10.07	161.12
0937	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	u	8.00	46.69	373.52
1247	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm <sup>2</sup>	m	5348.30	30.74	164406.74
<b>Alcantarilla de Miraflores Alto</b>					
V321	Excavacion sin clasificar	m <sup>3</sup>	551.25	3.64	2006.55
2512	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	m	35.00	399.41	13979.35
4524	Instalacion alcantarilla metalica	m	35.00	8.66	303.10
0021	Relleno - compactacion tierra zanja tuberia	m <sup>3</sup>	551.25	4.46	2458.58
<b>TOTAL =</b>					<b>1332868.00</b>

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

### 9.3 Cronograma valorado de ejecución

El cronograma valorado permite ejecutar cada rubro en cantidad y precio en un tiempo determinado, además de tener una organización y planificación de la ejecución del proyecto.

El cronograma valorado para los dos tipos de pavimentos se indica a continuación:

Tabla 169. Cronograma valorado para el Pavimento Flexible

Cronograma valorado para el pavimento flexible																											
Obras: DISEÑO DEL MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO A LA MOYA "Y" DISEÑO DE LA ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO																				Monto del contrato:	1 043 915.80						
Ubicación: e antón Mejía, parroquia Aloasi																				Plazos:	6 Meses						
Actividades	Costo	1 mes				2 meses				3 meses				4 meses				5 meses				6 meses				Total	
		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11	semana 12	semana 13	semana 14	semana 15	semana 16	semana 17	semana 18	semana 19	semana 20	semana 21	semana 22	semana 23	semana 24		
Movimiento de tierras	Replanteo y nivelación con Instr. Topograf.	1 067.60				533.80	533.80																			1 067.60	
	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	8 664.25	2 888.08	2 888.08	2 888.08																					8 664.25	
	Excavación sin clasificar	53 116.08				13 279.02	13 279.02	13 279.02	13 279.02																		53 116.08
	Transporte de material de excavación	84 051.82				21 012.96	21 012.96	21 012.96	21 012.96																		84 051.82
Obras de calada	Sub-Base clase 2 sin transporte	148 288.47								24 714.74	24 714.74	24 714.74	24 714.74	24 714.74												148 288.47	
	Transporte de sub base, base - material de mejoramiento y frenado	48 736.35								8 122.73	8 122.73	8 122.73	8 122.73	8 122.73												48 736.35	
	Base clase 3 con transporte hasta 30Km	76 552.71									15 310.54	15 310.54	15 310.54	15 310.54												76 552.71	
	Asfalto diluido RC para riego adherencia	49 274.50													8 212.42	8 212.42	8 212.42	8 212.42	8 212.42	8 212.42							49 274.50
	Asfalto RC-250 para imprimación	15 331.40														2 555.23	2 555.23	2 555.23	2 555.23	2 555.23	2 555.23						15 331.40
	Carp. Asfalto en caliente e=7.5 cm. inc. Transp	187 531.97														31 255.33	31 255.33	31 255.33	31 255.33	31 255.33	31 255.33						187 531.97
Instalación de drenaje	Excav. zanja, con retroexcavadora h=0.8-2m	1 456.01	728.00	728.00																						1 456.01	
	Tubería PVC alcantarillado 200 mm	16 547.20	8 273.60	8 273.60																						16 547.20	
	Relleno - compactación tierra zanja tubería	3 183.24	1 591.62	1 591.62																							3 183.24
	Pozo de revision HS 210 Kg/cm2 D=1m. e=0.20m	10 975.98																	3 658.66	3 658.66	3 658.66					10 975.98	
	Excavación y relleno zanja (para las alcantarillas)	4 296.66			1 432.22	1 432.22	1 432.22																				4 296.66
	Nivelación a mano	50.71			16.90	16.90	16.90																				50.71
	Instalación alcantarilla metálica	239.02			79.67	79.67	79.67																				239.02
	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	3 239.34					3 239.34																				3 239.34
	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0.8 m	2 059.44					2 059.44																				2 059.44
	Acero de refuerzo Fy=2800-4200 kg/cm2	4 226.70																			2 113.35	2 113.35					4 226.70
	Drenes PVC normal 10 mm machinales	10.01																				10.01					10.01
	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	1 060.95																				530.48	530.48				1 060.95
	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	19 602.00																					19 602.00				19 602.00
Relleno de tierra tras muro contención	73.74																						73.74			73.74	
Señalización horizontal y vertical	M.O. reductor de velocidad en asfalto	4 110.91																							4 110.91	4 110.91	
	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	3 481.20																							3 481.20	3 481.20	
	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	4 479.84																							4 479.84	4 479.84	
	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble vía	219.04																							219.04	219.04	
	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	445.45																							445.45	445.45	
	Señal parada buses contenido serigrafía	148.89																							148.89	148.89	
	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	358.14																							358.14	358.14	
	Señal peatones en la vía cuadr 60x60 cm	564.00																							564.00	564.00	
	Señal parada de bus 60x80 cm	198.97																							198.97	198.97	
	Señal lim de velocidad 60x75 cm	992.04																							992.04	992.04	
	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	511.40	170.47			170.47									170.47												511.40
	Línea señal calzada pintura tráfico	2 413.16																				1 206.58	1 206.58				2 413.16
	Cinta plástica reflectiva	125.00				125.00																					125.00
	Postes para nomenclatura vial h.i.=2.6m	5 292.00																					1 764.00	1 764.00	1 764.00	5 292.00	
	Reubicación postes de hormigon altura 11m	1 551.90																						775.95	775.95	1 551.90	
Impacto ambientales	Riego de agua para control del polvo	1 844.53				461.13	461.13	461.13	461.13																	1 844.53	
	Charlas de concientización	1 368.44	684.22	684.22																						1 368.44	
	Difusión pública: Hojas Volantes	111.00	111.00																							111.00	
	Expropiación de Terrenos	92 221.11				23 055.28	23 055.28	23 055.28	23 055.28																		92 221.11
	Bajada de pozos	161.12																			80.56	80.56				161.12	
Obras complementarias	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	373.52																			186.76	186.76			373.52		
	Cuneta- Bordillo HS-180 Kg/cm2	164 560.44													20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	20 570.06	164 560.44		
	Excavación sin clasificar	2 006.55													1 003.275	1 003.28										2 006.55	
Alcantarilla de Miraflores Alto	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	13 979.35																								13 979.35	
	Instalación alcantarilla metálica	303.10																								303.10	
	Relleno - compactación tierra zanja tubería	2 458.58																								2 458.58	
	<b>TOTAL</b>	<b>1 043 915.80</b>																								<b>1 043 915.80</b>	
Inversiones		3 853.77	14 165.52	15 010.10	60 166.45	65 169.76	57 808.39	90 645.86	32 837.47	48 148.01	48 148.01	48 148.01	48 148.01	57 503.99	42 022.98	51 396.77	71 966.82	62 593.03	66 251.69	24 228.71	26 609.38	44 299.79	37 211.79	23 110.01	4 471.49		
Porcentaje		0.00	0.01	0.01	0.06	0.06	0.06	0.09	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.07	0.06	0.06	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.00		
Inversiones acumuladas		3 853.77	18 019.29	33 029.39	93 195.83	158 365.59	216 173.98	306 819.83	339 657.30	387 805.32	435 953.33	484 101.34	532 249.35	589 753.34	631 776.32	683 173.08	755 139.90	817 732.94	883 984.63	908 213.34	934 822.73	979 122.51	1 016 334.30	1 039 444.31	1 043 915.80		
Porcentaje acumulado		0.00	0.02	0.03	0.09	0.15	0.21	0.29	0.33	0.37	0.42	0.46	0.51	0.56	0.61	0.65	0.72	0.78	0.85	0.87	0.90	0.94	0.97	0.996	1.00		

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 170. Cronograma valorado para el Pavimento Rígido

Cronograma valorado para el pavimento flexible																										
<b>Obra:</b> DISEÑO DEL MEJORAMIENTO VIAL CON DRENAJE DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO A LA "MOYA" Y DISEÑO DE LA ALCANTARILLA EN EL SECTOR DE MIRAFLORES ALTO <b>Ubicación:</b> cantón Mejía, parroquia Aloasi																							MONTO DE CONTRATO: 1 332 868.00 PLAZO: 6 MESES			
Actividades	Costo	1 mes				2 meses				3 meses				4 meses				5 meses				6 meses				Total
		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11	semana 12	semana 13	semana 14	semana 15	semana 16	semana 17	semana 18	semana 19	semana 20	semana 21	semana 22	semana 23	semana 24	
Movimiento de tierras	Replanteo y nivelación con Instr. Topograf.	1 067.60				533.80																				1 067.60
	Limpieza manual de empedrado- apilamiento	8 664.25	2 888.08	2 888.08	2 888.08																					8 664.25
	Excavación sin clasificar	53 116.08							13 279.02	13 279.02	13 279.02	13 279.02														53 116.08
	Transporte de material de excavación	84 051.82							21 012.96	21 012.96	21 012.96	21 012.96														84 051.82
	Hormigon premezclado f'c= 350 Kg/cm2	532 262.30											66532.787	66532.787	66532.78695	66532.787	66532.787	66532.787	66532.78695	66532.78695						532 262.30
	Corte y sellado de juntas	87 118.20												10889.775	10889.775	10889.775	10889.775	10889.775	10889.775	10889.775	10889.775					87 118.20
Obras de calzada	Pasadores de hierro ( varilla lisa) fy=4200 kg/cm2, D=20mm, esp=25 mm	96 928.40											9692.84	9692.84	9692.84	9692.84	9692.84	9692.84	9692.84	9692.84	9 692.84					96 928.40
	Sub-Base clase 2 sin transporte	74 144.23						12357.3723	12357.3723	12357.3723	12357.3723	12357.3723	12357.3723													74 144.23
	Transporte de sub base, base , material de mecamiento y fresado	24 368.18						4061.3625	4061.3625	4061.3625	4061.3625	4061.3625	4061.3625													24 368.18
	Excav. zanjas con retroexcavadora h=0.8-2m	1 456.01		728.00	728.00																					1 456.01
	Tubería PVC alcantarrillado 200 mm	16 547.20	8 273.60	8 273.60																						16 547.20
	Relleño - compactación tierra zanja tubería	3 183.24	1 591.62	1 591.62																						3 183.24
	Pozo de revisión HS 210 Kg/cm2 D=1m, e=0.20m	10 975.98																	3 658.66	3 658.66	3 658.66					10 975.98
	Excavación y relleno zanja (para las alcantarillas)	4 296.66		1 432.22	1 432.22	1 432.22																				4 296.66
	Nivelación a mano	50.71		16.90	16.90	16.90																				50.71
	Instalación alcantarilla metálica	239.02		79.67	79.67	79.67																				239.02
	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.0 m	3 239.34				3 239.34																				3 239.34
	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=0.6 - 0.8 m	2 059.44				2 059.44																				2 059.44
	Acero de refuerzo fy=2800-4200 kg/cm2	4 226.70																			2 113.35	2 113.35				4 226.70
	Drenes PVC normal 10 mm mecánicas	10.01																			10.01					10.01
	Encofrado- desencofrado muros, tabla de monte	1 060.95																			530.48	530.48				1 060.95
	Horm. Premezclado 280 Kg/cm2 (Superestruc)	19 602.00																			19 602.00					19 602.00
	Relleno de tierra tras muro contención	73.74																					73.74			73.74
	M.O. reductor de velocidad en asfalto	4 110.91																					4 110.91			4 110.91
	Señal reductora de velocidad 60x60 cm	3 481.20																					3 481.20			3 481.20
	Señal reductora restrictiva 60x60 cm - PARE	4 479.84																					4 479.84			4 479.84
	Señal contra pared 30x81 cm Una/doble vía	219.04																					219.04			219.04
	Señal Prev. Cuadrada 45x45 cm	445.45																						445.45		445.45
	Señal parada buses contenido serigrafía	148.89																					148.89			148.89
	Señal direc. Trafico 180x60 cm- 1 Leyenda	358.14																					358.14			358.14
	Señal peñones en la vía cuadr 60x60 cm	564.00																					564.00			564.00
	Señal parada de bus 60x80 cm	198.97																					198.97			198.97
	Señal lim de velocidad 60x75 cm	992.04																					992.04			992.04
	Señal Hombres trabajando 60x1.20m	511.40	170.47		170.47								170.47													511.40
	Línea señal calzada pintura trafico	2 413.16																			1 206.58	1 206.58				2 413.16
	Cinta plastica reflectiva	125.00				125.00																				125.00
	Postes para nomenclatura vial h.L.=2.6m	5 292.00																				1 764.00	1 764.00	1 764.00		5 292.00
	Reubicación postes de hormigon altura 1.1m	1 551.90																				775.95	775.95			1 551.90
	Riego de agua para control del polvo	1 844.53				461.13	461.13	461.13	461.13																	1 844.53
	Charlas de concientización	1 368.44	684.22	684.22																						1 368.44
	Difusión publica: Hojas Volantes	111.00	111.00																							111.00
	Expropiación de Terrenos	92 221.11				23 055.28	23 055.28	23 055.28	23 055.28																	92 221.11
	Bajada de pozos	161.12																			80.56	80.56				161.12
	Alzada de pozos, jaboncillo prensado	373.52																			186.76	186.76				373.52
Obras complementarias	Cuneta- Bordillo HS.180 Kg/cm2	164 406.74														20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	20 550.84	164 406.74
	Excavación sin clasificar	2 006.55														1 003.275	1 003.28									2 006.55
	Alcantarilla met. Cir. Emp. D=1.5 m	13 979.35														6 989.675	6 989.68									13 979.35
	Instalación alcantarilla metálica	303.10														151.55	151.55									303.10
	Relleno - compactación tierra zanja tubería	2 458.58														1 229.2875	1 229.29									2 458.58
	<b>TOTAL</b>	<b>1 332 868.00</b>																								<b>1 332 868.00</b>
	<b>Inversiones</b>	<b>3 853.77</b>	<b>14 165.52</b>	<b>15 010.10</b>	<b>25 874.47</b>	<b>65 169.76</b>	<b>57 808.39</b>	<b>74 227.12</b>	<b>50 710.71</b>	<b>16 418.73</b>	<b>26 111.57</b>	<b>26 111.57</b>	<b>103 534.14</b>	<b>87 285.87</b>	<b>87 115.40</b>	<b>96 489.19</b>	<b>117 040.03</b>	<b>107 666.24</b>	<b>111 324.90</b>	<b>111 324.90</b>	<b>26 590.17</b>	<b>44 280.57</b>	<b>37 192.57</b>	<b>23 090.79</b>	<b>4 471.49</b>	
	<b>Porcentaje</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>	<b>0.06</b>	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	
	<b>Inversiones acumuladas</b>	<b>3 853.77</b>	<b>18 019.29</b>	<b>33 029.39</b>	<b>58 903.86</b>	<b>124 073.62</b>	<b>181 882.00</b>	<b>256 109.12</b>	<b>306 819.83</b>	<b>323 238.57</b>	<b>349 350.14</b>	<b>375 461.72</b>	<b>478 995.85</b>	<b>566 281.72</b>	<b>653 397.12</b>	<b>749 886.31</b>	<b>866 926.35</b>	<b>974 592.6</b>	<b>1 085 917.50</b>	<b>1 197 242.40</b>	<b>1 223 832.57</b>	<b>1 268 113.14</b>	<b>1 305 305.72</b>	<b>1 328 396.51</b>	<b>1 332 868.00</b>	
	<b>Porcentaje acumulado</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.04</b>	<b>0.09</b>	<b>0.14</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.24</b>	<b>0.26</b>	<b>0.28</b>	<b>0.36</b>	<b>0.42</b>	<b>0.49</b>	<b>0.56</b>	<b>0.65</b>	<b>0.73</b>	<b>0.81</b>	<b>0.90</b>	<b>0.92</b>	<b>0.95</b>	<b>0.979</b>	<b>0.997</b>	<b>1.00</b>	

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

## 9.4 Cálculo de los beneficios valorados

### 9.4.1 Ingresos.

Al pertenecer la vía a la zona rural de la parroquia de Aloasí, no se contempla la ubicación de un peaje, por lo que no generará ingresos económicos, pero esta generará un beneficio de tipo social a la comunidad.

A continuación se mencionarán algunos beneficios directos que producirán con el mejoramiento vial en estudio, estos beneficios estarán medidos por los ahorros económicos que tendrán los usuarios en base al TPDA del proyecto:

La principal actividad de la zona es la ganadería, producción de leche, la cual se distribuye a las diferentes fábricas de lácteos de la ciudad de Quito, además de la producción agrícola de maíz, alfalfa, papas, entre otros cultivos, con la construcción de los 2+674.15 km de vía, se mejorará las condiciones de transporte de estos productos mejorando el tiempo de viaje y la conservación de los productos al momento de movilizarse de un lugar a otro. Como se indica:

Este cálculo se realizó tomando en cuenta que por la vía en estudio generalmente transita un tanquero de leche el cual realiza tres viajes diarios aproximadamente, además, los fines de semana generalmente los camiones realizan 5 viajes transportando los productos agrícolas.

Tabla 171. Beneficios valorados sin proyecto del transporte de los productos

Transporte de los productos al año								
Tipo de vehículo	Sin proyecto							
	Desde el sitio hasta el mercado de Machachi (hora)	Costo del flete	Personal para la carga y descarga de productos	Costo hora del personal	Costo del personal	Costo total por flete	# fletes al año	Costo total al año
Camión	5	25.00	5.00	3.01	75.25	100.25	1920	192480

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 172. Beneficios valorados con proyecto del transporte de los productos

Transporte de los productos al año								
Tipo de vehículo	Con proyecto							
	Desde el sitio hasta el mercado de Machachi (hora)	Costo del flete	Personal para la carga y descarga de productos	Costo hora del personal	Costo del personal	Costo total por flete	# fletes al año	Costo total al año
Camión	3.5	25.00	5.00	3.01	52.675	77.68	1920	149136

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Determinados los costos totales al año con y sin proyecto del transporte de los productos se procede a determinar el ahorro total por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{ahorro total al año} = \text{ahorro total sin proyecto} - \text{ahorro total con proyecto}$$

$$\text{ahorro total al año} = 192480 - 149136$$

$$\text{ahorro total al año} = \mathbf{43344 \text{ dólares}}$$

Se producirá una disminución en los costos de operación de los vehículos que transiten por esta vía, lo cual generara un ahorro a los propietarios de los mismos, tomando en cuenta el recorrido vehicular, cambios de aceite, llantas, amortiguadores y zapatas como se indica a continuación:

- **Recorrido vehicular**

El recorrido vehicular se midió en base al número del viajes que los vehículos podrían realizar una vez que el proyecto esté en la etapa de operación, tomando en cuenta que un vehículo consume un galón de combustible cada 5 Km; en la actualidad los vehículos livianos realizan 3 viajes diarios y los camiones 1 viaje diario; mientras que con el proyecto los vehículos livianos realizarán 4 viajes diarios y los camiones 2 viajes diarios, debido a que el tiempo de recorrido tendrá una disminución de 5 a 8 minutos como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 173. Comparación del recorrido vehicular con proyecto y sin proyecto

Recorrido vehicular al año												
Tipo de vehículo	Sin proyecto						Con proyecto					
	Recorrido en la vía en estudio Km	Galones utilizados	# de viajes	Costo por galón	Total	Tiempo de viaje (min)	Recorrido en la vía en estudio Km	Galones utilizados	# de viajes	Costo por galón	Total	Tiempo de viaje (min)
Automóvil o camioneta	2.674	0.53	3	1.3	2.08	15	2.674	0.53	4	1.3	2.78	10
Camión	2.674	0.53	1	1.02	0.54	25	2.674	0.53	2	1.02	1.09	18

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Luego de haber determinado el tiempo de viaje con y sin proyecto, se procedió a calcular el ahorro total al año como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 174. Beneficios valorados al año en el recorrido de los vehículos

Recorrido vehicular al año			
Ganancia por cada vehículo al día	Ganancia por cada vehículo al año	Número de vehículos beneficiados	Total de ahorro al año
0.69	253.38	446.00	113008.82
0.54	198.81	86.00	17097.51
			130106.32

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De la tabla 174 se observa que el proyecto al año producirá un ahorro de combustible de 130106.32 dólares.

- **Cambios de aceite**

Los cambios de aceite de los vehículos se realizan en base al recorrido que estos realicen, y por lo general se realiza un cambio de aceite cada 5000 km; bajo la premisa de que el tiempo de viaje tendrá una disminución de 5 a 8 min una vez que el proyecto vial esté terminado, lo cual generará menor recorrido y por ende menos cambios de aceite como se indica a continuación.

Tabla 175. Comparación con proyecto y sin proyecto de los cambios de aceite al año

Cambios de aceite al año										
Tipo de vehículo	Sin proyecto					Con proyecto				
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de aceite	Valor	Total	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de aceite	Valor	Total
Automóvil o camioneta	2.674	976.01	0.20	28	5.47	1.78	649.7	0.13	28	3.64
Camión	2.674	976.01	0.20	45.00	8.78	1.93	704.45	0.14	45.00	6.34

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Luego de haber determinado el número de cambios de aceite con y sin proyecto, se procedió a calcular el ahorro total al año como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 176. Beneficios valorados al año en el cambio de aceite de los vehículos

Cambios de aceite al año			
Tipo de vehículo	Ahorro por cada vehículo	# de vehículos	Total de ahorro al año
Automóvil o camioneta	1.83	446	814.99
Camión	2.44	86	210.19
			1025.18

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De la tabla 176 se puede observar que el ahorro por cambios de aceite al año será de 1025,17 dólares.

- **Cambios de neumáticos**

Al existir una disminución de tiempo de viaje de 5 a 8 min debido a la construcción de la vía, donde se determinó que el recorrido de los vehículos en la etapa de operación será menor en relación a lo existente, por lo que se tendrá un menor desgaste y cambio de los neumáticos de los mismos, bajo la premisa de que se debe realizar el cambio de neumáticos a los 30000 km aproximadamente, este análisis se indica a continuación:

Tabla 177. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los neumáticos al año

Cambio de los neumáticos de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Sin proyecto						
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de neumáticos	# de vehículos	Valor	# de neumáticos por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	2.674	976.01	0.033	446	280	4.00	16251.22
Camión	2.674	976.01	0.033	86	425.60	6.00	7144.71
							23395.92

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 178. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los neumáticos al año

Cambio de los neumáticos de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Con proyecto						
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de neumáticos	# de vehículos	Valor	# de neumáticos por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	1.78	649.7	0.022	446	280	4.00	10817.94
Camión	1.93	704.45	0.023	86	425.60	6.00	5156.80
							15974.74

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Determinados los costos totales al año con y sin proyecto del cambio de los neumáticos se procede a determinar el ahorro total por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{ahorro total al año} = \text{ahorro total sin proyecto} - \text{ahorro total con proyecto}$$

$$\text{ahorro total al año} = 23395.92 - 15974.74$$

$$\text{ahorro total al año} = 7421.19 \text{ dólares}$$

### Cambios de amortiguadores

Los cambios de los amortiguadores se calcularon en función del recorrido de la vía, tomando en cuenta que existe una variación en el tiempo de viaje de 5 a 8 min y los mismos se deben cambiar cada 45000 km aproximadamente como se indica en las siguientes tablas:

Tabla 179. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los amortiguadores al año

Cambio de los amortiguadores de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Sin proyecto						
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de amortiguadores	# de vehículos	Valor	# de amortiguadores por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	2.674	976.01	0.022	446	50	4	1934.67
Camión	2.674	976.01	0.022	86	120.00	4	895.33
							2830.00

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 180. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los amortiguadores al año

Cambio de los amortiguadores de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Con proyecto						
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de amortiguadores	# de vehículos	Valor	# de amortiguadores por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	1.78	649.7	0.014	446	50	4	1287.85
Camión	1.93	704.45	0.016	86	120.00	4	646.22
							1934.07

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Determinados los costos totales al año con y sin proyecto del cambio de los amortiguadores se procede a determinar el ahorro total por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{ahorro total al año} = \text{ahorro total sin proyecto} - \text{ahorro total con proyecto}$$

$$\text{ahorro total al año} = 2830.00 - 1934.07$$

$$\text{ahorro total al año} = 895.93 \text{ dólares}$$

### Cambios de zapatas

Los cambios de las zapatas de los vehículos se realizan a los 30000 km aproximadamente, la obtención del ahorro por cambio de las zapatas se realizó en base al tiempo de recorrido de la vía, donde se determinó lo siguiente:

Tabla 181. Beneficios valorados sin proyecto del cambio de los zapatas al año

Cambio de las zapatas de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Sin proyecto						
	Recorrido en la vía en estudio Km	Al año Km recorridos	# de cambios de zapatas	# de vehículos	Valor	# de zapatas por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	2.674	976.01	0.033	446	23	4.00	1334.92
Camión	2.674	976.01	0.033	86	40.00	4.00	447.66
							1782.58

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 182. Beneficios valorados con proyecto del cambio de los zapatas al año

Cambio de las zapatas de los vehículos al año							
Tipo de vehículo	Con proyecto						
	Recorrido en la vía en	Al año Km recorridos	# de cambios de zapatas	# de vehículos	Valor	# de zapatas por vehículo	Total
Automóvil o camioneta	1.78	649.7	0.022	446	23	4.00	888.62
Camión	1.93	704.45	0.023	86	40.00	4.00	323.11
							1211.72

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Determinados los costos totales al año con y sin proyecto del cambio de las zapatas se procede a determinar el ahorro total por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{ahorro total al año} = \text{ahorro total sin proyecto} - \text{ahorro total con proyecto}$$

$$\text{ahorro total al año} = 1782.58 - 1211.72$$

$$\text{ahorro total al año} = 570.86 \text{ dólares}$$

Una vez analizados y determinados los beneficios directos que producirá el proyecto de obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 183. Beneficios totales valorados al año

Total de beneficios al año	
Mantenimiento vehicular	8887.98
Costos de operación	131131.50
Transporte de los productos	43344.00
	183363.48

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

La tabla 183 indica que se obtendrá un ahorro total de 183363.48 dólares al año, debido a la construcción de la vía.

## 9.5 Evaluación económica financiera

Para la evaluación económica y financiera del proyecto se utilizará los beneficios directos como son: mantenimiento vehicular, costos de operación y transporte de los productos de la población actual con una proyección de 20 años que es la vida útil del proyecto como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 184. Beneficios totales valorados con una proyección de 20 años

Años	Livianos	Camiones y Buses	Mantenimiento vehicular		Costos de operación		Producción	Beneficio Total
			livianos	camiones y Buses	livianos	camiones y Buses		
2014	446	86	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	183363.48
2015	464	89	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	189002.80
2016	483	93	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	194869.28
2017	502	96	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	200972.09
2018	523	100	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	207320.74
2019	544	104	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	213925.14
2020	566	108	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	220795.58
2021	589	112	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	227942.81
2022	613	117	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	235377.95
2023	638	121	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	243112.62
2024	663	126	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	251158.88
2025	690	131	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	259529.29
2026	718	136	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	268236.90
2027	747	141	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	277295.32
2028	778	147	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	286718.66
2029	809	152	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	296521.64
2030	842	158	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	306719.55
2031	876	165	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	317328.30
2032	911	171	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	328364.46
2033	948	178	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	339845.23
2034	987	184	14.63	27.46	255.21	201.25	43344	351788.55

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Para esta evaluación, también es necesario considerar los costos de mantenimiento, para los dos tipos de pavimentos como se indica a continuación:

### 9.5.1 Mantenimiento vial.

El mantenimiento vial es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la vía y de esta manera garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico.

En la práctica lo que se busca es preservar las buenas condiciones de la vía y evitar su deterioro físico prematuro.

En todo proyecto vial se debe realizar un mantenimiento rutinario como se indica en las siguientes tablas:

Para los dos tipos de pavimentos se realizará el mantenimiento vial una vez al año y su presupuesto es el siguiente:

#### Para el pavimento flexible

Tabla 185. Presupuesto anual para el mantenimiento vial del pavimento flexible

Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio unitario	# Veces	Precio total
<b>Mantenimiento vial pavimento flexible</b>						
2597	Limpieza alcantarillado altura mayor 1m	m3	82.81	10.52	1.00	871.16
5113	Limpieza de caja de revision	u	23.00	4.46	1.00	102.58
0885	Limpieza de cunetas, desal. Tierra/escombros	m	3000.00	6.04	1.00	18120.00
V132	Bacheo	m2	30.00	219.89	1.00	6596.70
0938	Tratamiento superficial slurry	m2	8958.4	2.22	1.00	19887.65
<b>Total =</b>						<b>45578.09</b>

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

El mantenimiento vial para el pavimento flexible descrito en la tabla 183 se deberá realizar de acuerdo a lo indicado en el presupuesto para los 20 años de vida útil del proyecto, pero solo en el décimo año de operación se deberá realizar el fresado de la carpeta asfáltica existente y su presupuesto es el siguiente:

Tabla 186. Presupuesto del mantenimiento vial para el décimo año de operación del pavimento flexible

Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio unitario	# Veces	Precio total
<b>Mantenimiento vial pavimento flexible</b>						
2597	Limpieza alcantarillado altura mayor 1m	m3	82.81	11.36	2.00	1881.44
0959	Limpieza de caja de revision	u	23.00	4.46	2.00	102.58
0885	Limpieza de cunetas, desal. Tierra/escombros	m	5348.30	6.20	1.00	33159.46
4533	Fresado del pavimento existente	m3	1343.76	14.62	1.00	19645.78
0938	Tratamiento superficial slurry	m2	17916.8	2.22	1.00	39775.30
<b>Total =</b>						<b>94564.56</b>

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano.

### Para el pavimento rígido

Tabla 187. Presupuesto anual para el mantenimiento vial del pavimento rígido

Código	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio unitario	# Veces	Precio total
<b>Mantenimiento vial pavimento rígido</b>						
2597	Limpieza alcantarillado altura mayor 1m	m3	82.81	10.52	1.00	871.16
5113	Limpieza de caja de revision	u	23.00	4.46	1.00	102.58
0885	Limpieza de cunetas, desal. Tierra/escombros	m	3000.00	6.04	1.00	18120.00
1308	Sellado de juntas	m	2486.25	4.39	1.00	10914.64
<b>Total =</b>						<b>30008.38</b>

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Con estos datos se procede a determinar el VAN, TIR, y Beneficio Costo (B/C) como se indica, estos parámetros determinaran si el proyecto es viable o no y estos parámetros se basan en la estimación de flujo de caja que tenga el proyecto.

#### 9.5.2 Valor Actual Neto (VAN).

Es el valor que se determina comparando el flujo de beneficios, para la vida útil del proyecto con el costo del proyecto.

El valor actual neto determinará si se debe aceptar o rechazar el proyecto, existen tres tipos de alternativas las cuales son:

1. Si:  $VAN > 0$ ; La inversión producirá una ganancia por encima de la rentabilidad exigida, el proyecto debe aceptarse.
2. Si:  $VAN < 0$ ; La inversión producirá ganancias por debajo de la rentabilidad exigida, el proyecto deberá rechazarse.
3. Si:  $VAN = 0$ ; La inversión no producirá ni ganancias ni pérdidas.

La fórmula que se utilizará para el cálculo del valor actual neto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

**Donde:**

**VAN** = Valor actual neto

**Vt**= Representa el flujo de caja

**Io**= Es el valor de la inversión inicial

**n** = Es el número de periodos

**k**= interés

A continuación se presenta el cálculo del valor actual neto del proyecto:

Tabla 188. Cálculo del valor actual neto para el pavimento flexible

Rubros	Años																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Ingresos</b>																					
<i>Venta de servicios</i>																					
<i>Beneficios Valorados</i>		183363.48	189002.80	194869.28	200972.09	207320.74	213925.14	220795.58	227942.81	235377.95	243112.62	251158.88	259529.29	268236.90	277295.32	286718.66	296521.64	306719.55	317328.30	328364.46	339845.23
<i>Total</i>		183363.48	189002.80	194869.28	200972.09	207320.74	213925.14	220795.58	227942.81	235377.95	243112.62	251158.88	259529.29	268236.90	277295.32	286718.66	296521.64	306719.55	317328.30	328364.46	339845.23
<b>Egresos</b>																					
<i>Inversión</i>	1043915.80																				
<i>Costos de operación</i>		45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	94564.56	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09
<i>Total</i>	1043915.80	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	94564.56	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09	45578.09
<b>F.N.C. (B - C)</b>	-1043915.80	137785.39	143424.71	149291.19	155394.00	161742.65	168347.05	175217.50	182364.72	189799.86	148548.06	205580.79	213951.20	222658.81	231717.23	241140.57	250943.55	261141.46	271750.21	282786.37	294267.15
Tasa de interes =	12	%																			
Vida útil =	20	años																			
Valor actual neto (VAN) =		\$ 278 873.25																			

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Tabla 189. Cálculo del valor actual neto para el pavimento rígido

Rubros	Años																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Ingresos</b>																					
<i>Venta de servicios</i>																					
<i>Beneficios Valorados</i>		183363.48	189002.80	194869.28	200972.09	207320.74	213925.14	220795.58	227942.81	235377.95	243112.62	251158.88	259529.29	268236.90	277295.32	286718.66	296521.64	306719.55	317328.30	328364.46	339845.23
<b>Total</b>		183363.5	189002.80	194869.28	200972.09	207320.74	213925.14	220795.58	227942.81	235377.95	243112.62	251158.88	259529.29	268236.90	277295.32	286718.66	296521.64	306719.55	317328.30	328364.46	339845.23
<b>Egresos</b>																					
<b>Inversión</b>	1332868.00																				
<b>Costos de operación</b>		30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38
<b>Total</b>	1332868.00	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38	30008.38
<b>F.N.C. (B - C)</b>	-1332868.00	153355.10	158994.42	164860.90	170963.71	177312.36	183916.76	190787.21	197934.43	205369.57	213104.24	221150.50	229520.91	238228.52	247286.94	256710.28	266513.26	276711.17	287319.92	298366.08	309836.86
Tasa de interes =	12 %																				
Vida útil =	20 años																				
Valor actual neto (VAN) =	\$ 121 990.45																				

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

Los valores del VAN de los dos tipos de alternativas, indica una ganancia por encima de la rentabilidad, lo que indica que el proyecto debe aceptarse.

Luego de haber determinado el VAN se procederá a determinar la tasa interna de retorno por medio del flujo de caja como se indica:

### 9.5.3 Tasa Interna de Retorno (TIR).

Es la diferencia entre el valor total de los ingresos respecto al valor total de los egresos, esta tasa interna de retorno puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, como se indica a continuación:

Tabla 190. Valores de la tasa interna de retorno para los dos tipos de pavimento.

	Pavimento flexible	Pavimento rígido
Tasa interna de retorno	16%	13%

Elaborado por: Ana Abarca e Ibeth Altamirano

De la tabla 188 se puede observar que la alternativa del pavimento flexible es más rentable con respecto a la alternativa del pavimento rígido.

Además, cabe indicar que la tasa interna de retorno que utiliza el Banco Central es de 8% para proyectos sociales, lo que indica que el proyecto vial tiene una tasa interna de retorno mayor para los dos tipos de alternativas.

Finalmente se procede a realizar el análisis del beneficio costo para los dos tipos de pavimento como se indica:

### 9.5.4 Beneficio costo.

El análisis de costo-beneficio se utiliza para evaluar un proyecto o propuesta, este análisis tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de rentabilidad al proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del mismo.

En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Si:  $B/C > 0$ ; el proyecto debe aceptarse.

Si:  $B/C < 0$ ; el proyecto debe rechazarse.

Del análisis del beneficio costo se obtuvo la siguiente:

Tabla 191. Cálculo del beneficio costo para los dos tipos de pavimento.

	Pavimento flexible	Pavimento rígido
VAN de beneficios	1679004.35	1679004.35
VAN de costos	1400131.10	1557013.89
B/C	<b>1,20</b>	<b>1,08</b>

Elaborado por Ana Abarca e Ibeth Altamirano.

En la tabla 189 se puede observar que los dos tipos de pavimento son proyectos aceptables y rentables. Además, en caso de realizar en la vía el pavimento flexible por cada dólar de gasto se tendrá un ahorro de 20 centavos, mientras que el pavimento rígido tendrá un ahorro de 8 centavos; en mantenimiento vehicular, costo de operación y producción.

## CONCLUSIONES

- El sitio del proyecto posee un clima húmedo y frío, los meses más fríos son en noviembre, diciembre y enero y los meses cálidos en agosto, septiembre y octubre.
- Existen varias fallas inferidas; una de ellas más cercana atraviesa el barrio la Moya donde está ubicado el proyecto. Además, esta falla puede afectar al proyecto en caso de su reactivación.
- Los posibles riesgos naturales que podrían afectar al proyecto son volcánicos y sísmicos.
- La mina San Joaquín 2 es la fuente de material calificada para el proyecto, ya que cumple con las especificaciones técnicas de los agregados para sub base, mezclas asfálticas, hormigones y permisos ambientales.
- En el proyecto existen dos tipos de suelo el A4 (0) y A-2-4(0) de los cuales el suelo que se encuentra en la mayor parte del proyecto es el A4 (0), estos dos tipos de suelo tienen índice de grupo 0 que indica que el material es bueno para sub –base.
- Por medio del conteo manual diario de los vehículos, se determinó un TPDA= 532 vehículos, lo que determina que la vía es Colectora clase III.
- En el diseño geométrico de la vía se utilizó los valores de peraltes máximos y mínimos, pendientes, longitud de la curva, radio de curvatura, velocidad máxima de acuerdo a las Normas de Diseño geométrico 2003, para la vía colectora clase III.
- El diseño de la señalización horizontal y vertical para todo el tramo de vía se realizó en base a las necesidades del sector, para de esa manera precautelar la integridad de las personas del sector y del conductor.

- En los tramos rectos se colocó cada 100 m los rompe velocidades para que de esa manera los vehículos que circulan por la vía no exceden el límite máximo de 50 km/ h de velocidad.
- En el diseño alcantarilla ubicada en la 0+607.5 se determinó un diámetro de 600 mm, mientras que en el cálculo de diámetro de las alcantarillas existentes, ubicadas en las abscisas 0+150 y 2+510 se determinó que 1000 mm son eficiente por lo debe conservar la alcantarilla de la abs:0+150 y la alcantarilla de la abs:2+510 se debe cambiar debido al rediseño geométrico de la vía donde longitud de la alcantarilla existente con cruza al otro lado de la vía.
- El rediseño de la alcantarilla de ubicada en el sector de Miraflores Alto, se determinó un diámetro de 1,5 m, lo que determina que el diámetro de la alcantarilla existente de 1 m es insuficiente, por lo que es necesario cambiarla.
- Las alcantarillas diseñadas en la vía y la alcantarilla ubicada en Miraflores Alto serán de ármico empernables como se encuentra especificado en el capítulo VI.
- La capacidad portante CBR del suelo está en el rango (28 -39) % el cual califica como bueno y puede ser utilizado como sub-base.
- Del diseño de la estructura del pavimento se determino lo siguiente: para el pavimento flexible La sub base (espesor=30cm), base (espesor=15cm) y una carpeta asfáltica (espesor=7,5cm), mientras que para El pavimento rígido La sub base (espesor=15 cm) y losa de hormigón (espesor=15cm).
- En el pavimento rígido, la resistencia del hormigón a la compresión será de 350 kg/cm<sup>2</sup>, los paños de las losa serán de forma cuadrada de 3.35

por 3.35 m, además los pasadores son lisos de  $\frac{3}{4}$ " con una longitud de 35 cm, colocados cada 30 cm en los dos sentidos.

- Los programas de mitigación a ser utilizados en el plan de manejo ambiental son: programa de control de polvo, nivel sonoro, uso y ocupación del suelo y cobertura vegetal.
- En el análisis económico financiero se determinó que los dos tipos de alternativas de pavimento son viables económicamente, pero la alternativa más económica es la del pavimento flexible.
- La tasa interna de retorno (TIR) fluctúan de 12 a 16% debido a que el proyecto en estudio es social, además cabe indicar que los valores obtenidos son mayores en comparación al 8% que ocupa del Banco Central para el este tipo de proyectos.

## RECOMENDACIONES

- Para la realización de las obras básicas es necesario que el sitio esté libre de material orgánico e inorgánico.
- Para la fabricación del hormigón insitu, es necesario controlar la cantidad de agua mediante la medición del asentamiento con el Cono de Abrams.
- Se recomienda la construcción del pavimento flexible debido a que es más económico respecto al pavimento rígido.
- La ejecución del proyecto debe realizarse de acuerdo a los diseños y planos de detalle.
- Todos los materiales a ser utilizados deben cumplir las especificaciones técnicas y además la maquinaria debe estar en perfecto estado de funcionamiento.

## LISTA DE REFERENCIAS

- ✚ Libro de drenaje subterráneo, Rodrigo Lemus
- ✚ Ing. Antonio Salgado, Caminos vecinales , 2001
- ✚ Estudio de lluvias intensas, Ing. Luis Rodríguez,1990
- ✚ Normas de diseño geométrico de carreteras,2003
- ✚ Libro de ingeniería de carreteras volumen 2, Carlos Kraemer, José Maraña Pardo, 2004
- ✚ Manual de soluciones de acero (NOVACERO),2014
- ✚ Reglamento técnico ecuatoriano INEN 004-1:2011
- ✚ Reglamento técnico ecuatoriano INEN 004-2:2011
- ✚ Especificaciones MOP-001F-2002
- ✚ Normas AASHTO
- ✚ Ministerio del ambiente Acuerdo 068