



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA VÍA A SAN LUIS DE
ALOGUINCHO, KM 1+822-3+382, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL
ATAHUALPA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera e Ingeniero Civil

AUTORES: Andrea Gissela Bravo Gallegos
Carlos Francisco Guevara Muñoz
TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito-Ecuador
2022

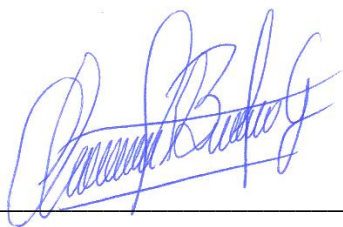
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Andrea Gissela Bravo Gallegos con documento de identificación N° 1725532707 y Carlos Francisco Guevara Muñoz con documento de identificación N° 1718862913; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de julio del 2022

Atentamente,



Andrea Gissela Bravo Gallegos

1725532707



Carlos Francisco Guevara Muñoz

1718862913

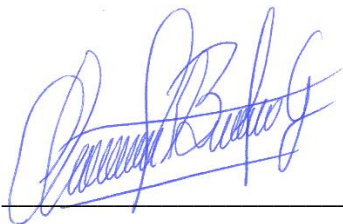
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Andrea Gissela Bravo Gallegos con documento de identificación N° 1725532707 y Carlos Francisco Guevara Muñoz con documento de identificación N° 1718862913; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Propuesta de mejoramiento Vial de la Vía a San Luis de Aloguincho, Km 1+822-3+382, ubicado en la Parroquia rural Atahualpa, Cantón Quito, Provincia de Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera e Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de julio del 2022

Atentamente,



Andrea Gissela Bravo Gallegos

1725532707



Carlos Francisco Guevara Muñoz

1718862913

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA VÍA A SAN LUIS DE ALOGUINCHO, KM 1+822-3+382, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL ATAHUALPA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Andrea Gissela Bravo Gallegos con documento de identificación N° 1725532707 y Carlos Francisco Guevara Muñoz con documento de identificación N° 1718862913, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de julio del 2022

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia en especial a mis padres José y Silvia, quienes desde el primer momento en que me decidí entrar a esta hermosa carrera, supieron darme su apoyo, para poder llegar a mis metas. Lamento mucho la partida de mi padre quien siempre quiso verme como un Ingeniero Civil, sé que Dios y mi Padre sabrán guiar mi camino. Madre hermosa te amo mucho, prometo enorgullecerte ahora y siempre.

A mi hermana Cynthia quien desde pequeños supo apoyarme, brindarme su cariño y consejos. A mi hermoso Sobrino Renato quien con su llegada nos dio esperanza a toda mi familia.

Resalto a mis tíos Gonzalo, Patricio, Eva y Marina, quienes toda mi vida me dieron su apoyo y amor, sin ellos el camino hasta este punto hubiera sido muy difícil.

Quiero extender mi dedicatoria a la familia Bravo y a la familia Gallegos, en especial a Francisco Bravo y a Narcisa Gallegos, los cuales de manera desinteresada y sin esperar nada a cambio siempre han buscado lo mejor para mi familia y para mí, les estaré agradecido por siempre.

Y para finalizar dedico esta tesis a ti Andrea Bravo, el camino hasta este punto no ha sido fácil, pero gracias a nuestro trabajo conjunto lo hemos logrado, gracias.

Carlos Francisco Guevara Muñoz

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis: A Dios que ha sido mi fortaleza y guía a lo largo de toda mi vida y me ha permitido culminar esta hermosa etapa de mi vida.

A mi madre Narcisa por ser mi amiga incondicional, por darme todo su amor, paciencia y apoyo, por ser mi más grande ejemplo de esfuerzo y valentía, por enseñarme a no rendirme, por todos sus consejos y confianza, este logro y todo lo que soy te lo debo a ti.

A mi padre Francisco que, con su dedicación, amor y esfuerzo, ha permitido que cumpla mi sueño, por su apoyo incondicional, por guiarme y hacer de mí una buena persona.

A mi hermano Christian por apoyarme y creer en mi a cada minuto, por todo el cariño, esfuerzo, dedicación y sacrificio, que ahora me permite cumplir con mi sueño, un agradecimiento especial hermano por hacer esto posible. A mi hermano Kleyner quien desde su corta edad con su amor me dio aliento para continuar en este camino, gracias por confiar y creer en mí.

A mis primas Nancy y Mayra por estar conmigo siempre, por darme su amor y consejos. A mis tíos Lilia, Tula, Ricardo y Bolívar, que son mi referente de amor y siempre han creído en mí.

A la Sra. Silvia y Sr. José por apoyarme, aconsejarme y alegrarse por los logros obtenidos, también a la familia Muñoz por su cariño y ayuda incondicional, siempre lo guardo en mi corazón. A Carlos por motivarme siempre, apoyarme y recorrer juntos este camino, tengo mucho por agradecerte.

Andrea Gissela Bravo Gallegos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos vivir esta hermosa experiencia, por darnos salud y fuerza para que el día de hoy presentemos este trabajo de grado. A nuestros padres quienes supieron inculcarnos los valores y virtudes necesarias para desarrollarnos a lo largo de nuestra carrera.

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, la cual nos ha ofrecido las herramientas necesarias para poder culminar nuestra etapa de grado, gracias a los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil los cuales supieron transmitir sus conocimientos y nos han permitido conformar un cimiento sólido para empezar nuestras carreras como Ingenieros.

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos al Ingeniero Hugo Carrión el cual se desempeñó como nuestro tutor en el transcurso de este proyecto, gracias a sus conocimientos, dedicación y paciencia pudo guiarnos a la culminación exitosa de nuestra tesis de grado.

Para finalizar queremos reconocer a los gobiernos autónomos descentralizados de las Parroquias de Atahualpa y de San José de Minas, en especial al GAD de Atahualpa el cual con su presidente el Ingeniero Tairo De La Torre a la Cabeza nos han colaborado para el desarrollo del proyecto y nos han brindado la apertura necesaria para resolver todas nuestras dudas y peticiones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Problema	2
1.4. Justificación	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. General.....	4
1.5.2. Específicos.....	4
1.6. Ubicación geográfica	5
1.6.1. Límites	6
1.6.2. Ubicación del Proyecto.....	6
1.6.3. Población	7
1.6.4. Salud	8
1.6.5. Educación	8
1.6.6. Sistema económico	8
1.7. Distribución, cobertura y del uso de suelo.....	9
1.8. Características climáticas.....	10
CAPÍTULO II.....	11
MARCO REFERENCIAL	11
2.1 Marco Teórico.....	11
2.2 Marco conceptual.....	11
2.3 Marco legal	12
2.4 Marco ambiental	12
CAPÍTULO III	13
METODOLOGÍA.....	13
3.1. Enfoque	13
3.2. Tipo de Investigación.....	13
3.3. Técnicas e Instrumentos.....	13
3.4. Proceso técnico de Ingeniería	13

CAPÍTULO IV	16
ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	16
4.1. Antecedentes	16
4.2. Levantamiento Topográfico.....	17
4.3. Tipo de terreno.....	18
4.3.1. Terreno Plano.	18
4.3.2. Terrenos ondulados.	19
4.3.3. Terreno montañoso.	19
4.3.4. Terrenos escarpados.	20
4.4. Sistemas de coordenadas	20
4.4.1. Sistema UTM.....	21
4.5. Ubicación del proyecto.	21
4.6. Posicionamiento de puntos de control o BMs	22
4.6.1. Procedimiento.....	23
4.7. Poligonal	25
4.7.1. Cierre o Resolución de la Poligonal	26
4.7.1.1. Error y Tolerancia angular en poligonal abiertas	26
4.7.1.2. Error y Tolerancia del cierre lineal (Método de la Brújula).....	27
4.8. Trabajo en campo.....	29
4.8.1. Equipo utilizado.....	29
4.8.2. Levantamiento topográfico.....	30
4.9. Trabajo de Gabinete.....	33
CAPÍTULO V	34
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	34
5.1. Antecedentes	34
5.2. Ubicación	34
5.3. Características Geológicas de la zona de estudio.	35
5.3.1. Principales formaciones geológicas en la zona de implantación.....	36
5.3.1.1. Terraza m ^l (Holoceno).....	37
5.3.1.2. Depositiones Coluviales m ^c (Holoceno).....	37
5.3.1.3. Depositiones Aluviales m (Holoceno).....	38
5.3.1.4. Formación Cangahua Q _c (cuaternario).....	38

5.3.1.5.	Volcánicos de Mojanda (Pleistoceno).....	38
5.4.	Geomorfología.....	39
5.5.	Riesgos Naturales.	40
5.5.1.	Riesgo Sísmico.	41
5.5.2.	Riesgo Volcánico.....	44
5.5.3.	Riesgo Geodinámico.	46
5.6.	Estudios de Suelos	47
5.6.1.	Estudios en Campo.	48
5.6.1.1.	Extracción de Muestras	48
5.6.2.	Estudios de laboratorio.	52
5.6.2.1.	Estudios Característicos	52
5.6.2.2.	Ensayos de Comportamiento.....	56
5.7.	Fuente de Materiales.....	62
	CAPÍTULO VI.....	65
	ESTUDIO DEL TRÁFICO	65
6.1.	Alcance	65
6.2.	Metodología.....	65
6.3.	Estaciones de conteo.....	67
6.4.	Conteos volumétricos de tráfico	69
6.4.1.	Caracterización del tráfico.....	69
6.4.2.	Tabla Nacional de pesos y dimensiones	70
6.4.3.	Resumen de conteo.....	71
6.5.	Determinación de Tráfico promedio diario anual –TPDA	74
6.5.1.	Trafico promedio diario horario	75
6.5.2.	Trafico promedio diario semanal.....	75
6.5.3.	Trafico promedio diario mensual	76
6.5.4.	Trafico promedio diario anual	76
6.6.	Proyección actual del tráfico.....	78
6.6.1.	Tráfico generado (T _g).....	80
6.6.2.	Trafico desarrollado (TD).....	81
6.6.3.	Trafico desviado (T _d).....	82
6.7.	Asignación del tráfico.....	82

6.8.	Clasificación de la vía según la norma de Diseño Geométrico de Carretas MOP.	83
6.9.	Ejes equivalentes por la AASHTO	84
6.10.	Factor de equivalencia.....	86
6.10.1.	Factor de daño por Vehículo Comercial	89
6.11.	Cálculo de los ejes equivalentes de 8.2t para un periodo de 20 años.....	91
CAPÍTULO VII.....		94
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA.....		94
7.1.	Generalidades.....	94
7.2.	Estado actual de la Vía.....	94
7.3.	Nomás de diseño geométrico	95
7.3.1.	Velocidad de diseño.....	95
7.3.2.	Velocidad de circulación	98
7.3.3.	Radio mínimo de la curva horizontal	100
7.3.3.1.	Peralte de curvas.....	101
7.3.4.	Pendientes máximas y mínimas.....	105
7.3.5.	Distancia de visibilidad	106
7.3.5.1.	Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo.	106
7.3.5.2.	Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	108
7.3.6.	Secciones y elementos típicos.	110
7.3.6.1.	Ancho del pavimento	110
7.3.6.2.	Espaldones.....	111
7.3.6.3.	Pendiente Trasversal.	112
7.4.	Diseño horizontal.....	113
7.4.1.	Tangentes.....	113
7.4.2.	Curvas Circulares	113
7.4.2.1.	Curva simple	114
7.4.2.2.	Curva circular compuesta.....	115
7.4.2.3.	Transición de peralte	116
7.4.2.4.	Sobre anchos	117
7.4.3.	Curvas espirales.....	119
7.4.4.	Diseño de curvas horizontales dentro del Proyecto.....	121
7.5.	Alineamiento Vertical.....	123

7.5.1.	Curvas Verticales.....	123
7.5.1.1.	Curvas convexas.....	124
7.5.1.2.	Curvas cóncavas.....	125
7.5.2.	Diseño de curvas verticales dentro del proyecto.	126
7.6.	Movimiento de tierras.....	127
CAPÍTULO VIII		132
DISEÑO DEL PAVIMENTO.....		132
8.1.	Introducción	132
8.2.	Tipos de pavimentos	133
8.2.1.	Pavimento flexible.....	133
8.2.1.1.	Capas que intervienen en el pavimento flexible.....	134
8.2.2.	Pavimento semiflexible o articulado (Adoquinado).....	136
8.2.2.1.	Capas del pavimento semiflexible.....	137
8.3.	Provisiones para el diseño de pavimentos	139
8.3.1.	Subrasante.....	139
8.3.2.	Sub -base	140
8.3.3.	Base	143
8.3.4.	Carpeta asfáltica	145
8.3.5.	Adoquinado	148
8.3.5.1.	Capa de asiento.....	148
8.4.	Diseño de pavimentos por el método AASHTO del 93.....	148
8.4.1.	Pavimentos flexibles.....	148
8.4.1.1.	Periodo de diseño (vida útil del pavimento).....	149
8.4.1.2.	Tránsito equivalente.	150
8.4.1.3.	Nivel de confiabilidad (R).....	150
8.4.1.4.	Desviación Estándar total.....	151
8.4.1.5.	Pérdida de serviciabilidad	152
8.4.1.6.	Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos.....	153
8.4.1.7.	Determinación del número estructural	154
8.4.1.8.	Espesores mínimos en función del número estructural.....	156
8.4.2.	Pavimentos semi flexibles o Articulados	162
CAPÍTULO IX.....		165

DISEÑO HIDRÁULICO	165
9.1. Información preliminar	165
9.1.1. Información Cartográfica	166
9.1.2. Información Meteorológica	166
9.1.3. Precipitaciones.....	167
9.1.4. Temperatura.....	168
9.1.5. Viento	168
9.1.6. Áreas de aportación	168
9.2. Funcionalidad de obras de drenaje.....	170
9.3. Drenaje longitudinal	170
9.4. Drenaje transversal	171
9.5. Dimensionamiento de obras de drenaje	171
9.5.1. Periodo de Retorno	171
9.5.2. Tiempo de concentración.....	173
9.5.3. Intensidad de precipitación.....	174
9.5.4. Coeficiente de escorrentía	178
9.5.5. Caudal de diseño.....	180
9.5.5.1. Método Racional	180
9.5.5.2. Velocidad del flujo	181
9.6. Diseño de obras de drenaje	184
9.6.1. Diseño de cunetas	184
9.6.1.1. Consideraciones técnicas.....	184
9.6.1.2. Diseño Hidráulico	185
9.6.1.3. Sección típica de Cuneta	188
9.6.2. Diseño de alcantarillas.....	189
9.6.2.1. Consideraciones para el Diseño	190
9.6.2.2. Diseño Hidráulico	191
CAPÍTULO X.....	196
EVALUACIÓN AMBIENTAL	196
10.1. Diagnóstico de la problemática	196
10.2. Área de influencia socio económica.....	197
10.3. Ubicación de escombrera	197

10.4.	Caracterización ambiental	197
10.4.1.	Sistemas abióticos.....	198
10.4.1.1.	Recurso agua.....	198
10.4.1.2.	Recurso Suelo	199
10.4.2.	Factores Bióticos.....	200
10.4.2.1.	Flora	200
10.4.2.2.	Fauna.....	200
10.5.	Evaluación de Impactos Ambientales	201
10.6.	Plan de manejo ambiental	201
10.6.1.	Plan de Prevención, mitigación y remediación de impactos.....	202
10.6.2.	Plan de manejo de desechos solidos	205
10.6.3.	Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental.....	207
10.6.4.	Plan de Relaciones Comunitarias.....	210
10.6.5.	Plan de Contingencias.....	212
10.6.6.	Plan de Salud y Seguridad Ocupacional	214
10.6.7.	Plan de Monitoreo y Seguimiento	217
10.6.8.	Plan de Rehabilitación de Área.....	220
10.6.9.	Plan de Cierre y Abandono.....	222
CAPÍTULO XI.....		224
SEÑALIZACIÓN VIAL		224
11.1.	Normativa vigente	224
11.2.	Señalización vertical	224
11.2.1.	Señales Regulatorias (Código R).....	225
11.2.2.	Señales preventivas (Código P).	227
11.2.3.	Señales informativas (Código I).	229
11.2.4.	Delineadores horizontales (D6)	230
11.2.5.	Ubicación de las señales a lo largo de la vía.....	232
11.2.5.1.	Ubicación local de las señales.....	232
11.2.5.2.	Ubicación de las señales a lo largo de la vía.....	232
11.2.6.	Vallas de defensa (Guardavías)	233
11.3.	Señalización horizontal	234
11.3.1.	Líneas de borde de calzada.	235

11.3.2.	Líneas de separación de flujos opuestos.....	236
11.3.2.1.	Zonas de NO REBASAMIENTO.....	237
11.3.3.	Tachas reflectivas	239
CAPÍTULO XII.....		241
PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTO.....		241
12.1.	Costos en la construcción (Egresos).....	241
12.1.1.	Costos directos.....	241
12.1.1.1.	Mano de obra	242
12.1.1.2.	Costos de material.....	242
12.1.1.3.	Costos de Equipo y Herramientas.....	242
12.1.1.4.	Costos del Transporte	242
12.1.2.	Costos Indirectos.....	243
12.2.	Rubro.....	245
12.3.	Cantidad de Obra.....	245
12.4.	Análisis de Precios Unitarios (APU).....	246
12.5.	Cronograma Valorado	249
12.5.1.	Curva de inversión	249
12.6.	Beneficios valorados (Ingresos).....	252
12.6.1.	Cálculo de Beneficios Valorados.....	252
12.7.	Evaluación Económica-Financiera.....	259
12.7.1.	Mantenimiento vial	260
12.7.1.1.	Costo de Mantenimiento Vial	260
12.7.2.	Valor actual neto (VAN).....	261
12.7.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	263
12.7.4.	Relación Beneficio- Costo (RBC)	264
CONCLUSIONES.....		266
RECOMENDACIONES		267
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		269
ANEXOS		274

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del Proyecto	7
Tabla 2. Población y tasas de crecimiento intercensal	8
Tabla 3. Actividades y Productos Agro productivos	9
Tabla 4. Distribución, cobertura y uso de suelo	10
Tabla 5. Clasificación del terreno	20
Tabla 6. Coordenadas del Proyecto	22
Tabla 7. Procedimiento de Compensación angular	27
Tabla 8. Coordenadas del proyecto	35
Tabla 9. Valores del factor Z en función a la zona sísmica adoptada	43
Tabla 10. Riesgos Naturales Inherentes al área de Proyecto	47
Tabla 11. Espaciamientos aproximados de perforaciones	49
Tabla 12. Clasificación de suelos en base al CBR.	60
Tabla 13. CBR obtenidos del proyecto	60
Tabla 14. Cálculo del CBR al percentil 85	61
Tabla 15. Granulometría de agregado grueso	63
Tabla 16. Granulometría de agregado fino	63
Tabla 17. Resultados ensayo de Abrasión.	64
Tabla 18. Coordenadas de Estación de conteo “La Florida”	67
Tabla 19. Resumen de Conteo Vehicular Atahualpa	71
Tabla 20. Resumen de Conteo Vehicula Primera etapa de la vía	72
Tabla 21. Factor de incidencia mensual	77
Tabla 22. Tasa de crecimiento provincia de Pichincha	79
Tabla 23. Tasas de crecimiento de la provincia de Pichincha	80
Tabla 24. Estimación del TPDA para 20 años	82
Tabla 25. Proyección del tráfico de diseño hasta el año 2041	83
Tabla 26. Clasificación de Carreteras en función del TPDA según el MTOP	84
Tabla 27. Determinación de la función de la vía.	84
Tabla 28. Factor Dirección AASHTO 93	86
Tabla 29. Factor Carril AASHTO 93	86
Tabla 30. Cargas Patrón y exponenciales para el cálculo del Factor de equivalencia	88
Tabla 31. Factores de daño según el tipo de eje	88
Tabla 32. Determinación del No. De ESALS	90
Tabla 33. Ejes equivalentes para un periodo de 20 años	91
Tabla 34. Número de repeticiones de carga de diseño	93
Tabla 35. Velocidades de diseño	97
Tabla 36. Velocidades de la vía	100
Tabla 37. Factores de fricción lateral	101
Tabla 38. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción	104
Tabla 39. Valores adoptados de diseño	105

Tabla 40. Diseño de la distancia de visibilidad de parada.....	107
Tabla 41. Distancia de adelantamiento.....	109
Tabla 42. Anchos de calzada.....	110
Tabla 43. Elementos de la sección transversal típica.....	112
Tabla 44. Longitudes absolutas de transición.....	117
Tabla 45. Sobre anchos de diseño.	119
Tabla 46. Elementos de la curva espiral.....	120
Tabla 47. Longitudes espirales recomendables.....	121
Tabla 48. Diseño geométrico de curvas horizontales.....	122
Tabla 49. Pendientes longitudinales de diseño.....	123
Tabla 50. Coeficientes de diseño K para curvas verticales convexas.....	124
Tabla 51. Coeficientes de diseño K para curvas verticales cóncavas.....	126
Tabla 52. Diseño geométrico de curvas verticales.....	127
Tabla 53. Cálculo de volumen de corte y relleno del proyecto.....	129
Tabla 54. Clasificación de tránsito y tipo de adoquín.....	137
Tabla 55. Porcentaje de peso que pasa a través de malla cuadrada.....	141
Tabla 56. Características de la Sub base.....	143
Tabla 57. Porcentaje de peso que pasa a través de malla cuadrada.....	143
Tabla 58. Criterios de control de mezclas asfálticas.....	145
Tabla 59. Criterios de control de mezclas asfálticas.....	146
Tabla 60. Características de la Capa Asfáltica.....	147
Tabla 61. Niveles de confiabilidad para varios tipos de carreteras.....	150
Tabla 62. Valores de la Desviación Estándar Normal (Z_r).....	151
Tabla 63. Rango de valores S_o	152
Tabla 64. Serviciabilidad Inicial P_o	152
Tabla 65. Serviciabilidad final P_t	153
Tabla 66. Valores recomendados para los coeficientes de capa.....	154
Tabla 67. Espesores de capa método AASHTO 93.....	157
Tabla 68. Espesores mínimos (pulgadas).....	161
Tabla 69. Espesores de diseño (pulgadas).....	161
Tabla 70. Espesores de diseño.....	162
Tabla 71. Valores de diseño.....	163
Tabla 72. Estaciones Meteorológicas de la zona de estudio.....	167
Tabla 73. Cuadro de Precipitaciones Estación Olmedo.....	167
Tabla 74. Áreas de Aportación.....	170
Tabla 75. Periodos de Retorno.....	172
Tabla 76. Tiempo de concentración de áreas de aportación.....	173
Tabla 77. Ecuaciones IDF para estación M0022.....	176
Tabla 78. Resumen de secciones e implantación de Alcantarillas.....	194
Tabla 79. Evaluación de impacto ambiental.....	201
Tabla 80. Programa de prevención y control del aire.....	203
Tabla 81. Programa de prevención y control de contaminación del agua.....	204
Tabla 82. Programa de prevención y control de contaminación de suelos.....	204

Tabla 83. Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	206
Tabla 84. Programa de manejo de desechos sólidos peligrosos	207
Tabla 85. Programa de comunicación, capacitación y educación ambiental	208
Tabla 86. Programa de relaciones comunitarias	211
Tabla 87. Programa de contingencias.....	212
Tabla 88. Programa de salud y seguridad ocupacional	214
Tabla 89. Programa de monitoreo	217
Tabla 90. Programa de seguimiento	219
Tabla 91. Programa de rehabilitación de área.	220
Tabla 92. Programa de cierre y abandono	222
Tabla 93. Señales preventivas.	228
Tabla 94. Distribución de Chevrones sobre la vía.....	231
Tabla 95. Separación de señales preventivas.....	233
Tabla 96. Relación señalización línea de separación	236
Tabla 97. Distancia de Visibilidad.	237
Tabla 98. Distancia de rebasamiento mínimo..	238
Tabla 99. Análisis de costos Indirectos	244
Tabla 100. Rubros y Cantidades de obra para el proyecto	245
Tabla 101. Análisis de precios unitario referencial.	247
Tabla 102. Trafico Promedio Diario Anual.....	252
Tabla 103. Comparación distancia, tiempo y velocidad.....	253
Tabla 104. Beneficio costo de combustible en el año	254
Tabla 105. Beneficio costo de neumáticos al año	255
Tabla 106. Beneficio costo cambio de aceite en el año.....	256
Tabla 107. Beneficio costo de amortiguadores en el año	257
Tabla 108. Beneficio costo sistema de frenos en el año.....	257
Tabla 109. Beneficio por costos de Transporte de productos.....	258
Tabla 110. Beneficios Valorados Anuales	258
Tabla 111. Beneficios con proyección de 20 años	259
Tabla 112. Costo de Mantenimiento para Adoquinado.....	261
Tabla 113. Cálculo de Valor Actual Neto (VAN)	262
Tabla 114. Cálculo del TIR	264
Tabla 115. Cálculo de Relación Beneficios-Costos.	265

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Parroquia Rural Atahualpa.....	5
Figura 2. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.....	6
Figura 3. Ubicación de la vía del Proyecto.....	7
Figura 4. Marcos Referenciales.....	12
Figura 5. Representación gráfica del proyecto	22
Figura 6. Colocación del Emisor GPS.....	24
Figura 7. Colocación del receptor GPS punto 1	24
Figura 8. Poligonal abierta con control	28
Figura 9. Características del equipo topográfico.....	30
Figura 10. Toma de datos topográficos con estación total	31
Figura 11. Toma de puntos nivelando prisma	31
Figura 12. Toma de datos topográficos con estación total	32
Figura 13 Toma de datos topográficos (relieve importante).	32
Figura 14. Toma de puntos importantes en base a los BMs.....	33
Figura 15. Mapa Geológico del Ecuador hoja 83 “OTAVALO”	36
Figura 16. Mapa Geológico del Ecuador hoja 83 “OTAVALO”	36
Figura 17. Relieve del terreno	39
Figura 18. Relieve del terreno y el proyecto	40
Figura 19. Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño	42
Figura 20. Población ecuatoriana y valor del factor Z	43
Figura 21. Mapa de Riesgo Volcánico en el Ecuador	45
Figura 22. Mapa de clasificación de Volcanes en el Ecuador	46
Figura 23. Conformación de la Calicata 0+000.....	50
Figura 24. Conformación de la Calicata 0+500.....	51
Figura 25. Conformación de la Calicata 1+500.....	51
Figura 26. Límites de consistencia	54
Figura 27. Estratigrafía de la vía	56
Figura 28. Especificaciones Prueba Proctor Modificado	57
Figura 29. Martillos y Molde.....	58
Figura 30. Instrumentos del Laboratorio	59
Figura 31. Ubicación de la mina Pucará.....	62
Figura 32. Curva granulométrica.....	64
Figura 33. Implantación del Estación de conteo	67
Figura 34. Formato del conteo vehicular.....	68
Figura 35. Estación de conteo "La florida", sentido Sur -Norte.....	69
Figura 36. Estación de conteo "La florida", sentido Norte-Sur.....	69
Figura 37. Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones	71
Figura 38. Gráfico de Distribución del Tráfico Atahualpa.....	72
Figura 39. Gráfico de Distribución del Tráfico Primera etapa de la vía	73
Figura 40. Modelos matemáticos para Tasas de Crecimiento actual	79
Figura 41 Vehículo 2DB según la MOP 2003.....	89

Figura 42. Velocidad de circulación.....	99
Figura 43. Diagrama de cuerpo libre de un vehículo en curva.....	102
Figura 44. Anchos de espaldón recomendables.....	111
Figura 45. Gradiente mínimo del espaldón	112
Figura 46. Elementos de la curva circular simple	114
Figura 47. Sección Típica A1	128
Figura 48. Sección Típica A2.....	128
Figura 49. Comportamiento de Pavimentos Flexibles.....	133
Figura 50. Sección Transversal de Pavimento Flexible	134
Figura 51. Elementos estructurales de un pavimento de adoquines	136
Figura 52. Granulometría comparada con la faja SUB BASE TIPO 3	141
Figura 53. Abaco para la determinación del coeficiente a_3	142
Figura 54. Granulometría comparada con la faja BASE TIPO 4	144
Figura 55. Abaco para la determinación del coeficiente a_2	145
Figura 56. Abaco para la determinación del coeficiente a_1	147
Figura 57. Programa para el cálculo de la Ecuación AASHTO	155
Figura 58. Cálculo del número estructural requerido por tránsito.....	155
Figura 59. Sistema multicapas.....	157
Figura 60. Cálculo del número estructural de la capa Asfáltica	157
Figura 61. Cálculo del número estructural de la Base	158
Figura 62. Cálculo del número estructural de la Base	159
Figura 63. Cálculo de los distintos espesores de capa.....	160
Figura 64. Áreas de Aportación.....	169
Figura 65. Mapa de Zonificación de Intensidades de Precipitación.....	175
Figura 66. Zonificación de Intensidades de la Demarcación de Esmeraldas	176
Figura 67. Intensidades máximas de la estación Tabacundo Cod. M0022.....	177
Figura 68. Coeficiente de Escorrentía "C"	179
Figura 69. Coeficientes de Escorrentía "C".....	179
Figura 70. Valores del Coeficiente de Manning n	182
Figura 71. Coeficiente de Rugosidad " n "	182
Figura 72. Velocidades del agua	183
Figura 73. Velocidades Máximas Admisibles para Alcantarillas.....	183
Figura 74. Dimensiones típicas de cunetas Triangulares	186
Figura 75. Sección Triangular -Capacidad Hidráulica	186
Figura 76. Secciones de Cuneta Izquierda.....	188
Figura 77. Sección de Cuneta Derecha.....	189
Figura 78. Diseño de Alcantarilla-Hidráulica Básica.....	192
Figura 79. Mapa Hidrológico de la parroquia de Atahualpa	198
Figura 80. Mapa de la cobertura de suelo de la parroquia de Atahualpa	199
Figura 81. Uso de suelo de la parroquia de Atahualpa.....	200
Figura 82. Señal regulatoria de pare.....	226
Figura 83. Señal regulatoria doble vía.....	226
Figura 84. Señal regulatoria máxima velocidad.	227

Figura 85. Señales preventivas y sus dimensiones.....	228
Figura 86. Serie de postes de kilometraje.....	229
Figura 87. Nombre de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc.....	229
Figura 88. Señal D6-2 (I o D).....	230
Figura 89. Ubicación de la señal D6-2(I o D).	230
Figura 90. Espacio máximo de delineadores de curvas horizontales.	231
Figura 91. Ubicación longitudinal de delineadores de curvas horizontales	231
Figura 92. Barandas con perfil doble sin separador	234
Figura 93. Líneas continuas de borde, con espaldón o berma.	236
Figura 94. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	237
Figura 95. Zonas de NO REBASAR en curva vertical.	238
Figura 96. Zonas de NO REBASAR en curvas horizontales	239
Figura 97. Demarcadores (ojos de gato, tacha)..	240
Figura 98. Cronograma valorado.....	251
Figura 99. Recorrido de Atahualpa-Barrio San Luis de Aloguincho	253

RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación se ha realizado con la finalidad de proponer una alternativa para el mejoramiento de la vía al barrio de San Luis de Aloguincho-Parroquia Perucho, propuesta que proporcionara varios beneficios sociales, económicos y culturales a las parroquias de Atahualpa y Puéllaro, permitiendo la conexión directa, actualmente inexistente entre estas dos parroquias, por lo que su ejecución es primordial.

El presente proyecto de mejoramiento vial se ha realizado en base a los datos obtenidos en campo como lo son el levantamiento topográfico, la extracción de muestras de la subrasante y el conteo vehicular. Con los datos obtenidos se logró determinar: La faja topográfica indispensable para el diseño geométrico de la vía, el volumen de tráfico vehicular o TPDA que se proyecta en la vía para el tiempo de vida de la obra , el número de ejes equivalentes ESAL´S el cual basados en la normativa AASHTO del año 1993 nos permite determinar los espesores de capa para los distintos tipos de pavimentos; el tipo de suelo sobre el cual se fundara la obra vial y sus características físico-mecánicas, también se realizó el análisis hidrológico y el diseño hidráulico de las obras de drenaje vial para obtener las secciones más optimas, el diseño de señalización de acuerdo con lo establecido en las normas INEN, y el estudio de impacto ambiental basado en lo establecido por el Ministerio Ecuatoriano del Medio Ambiente (MAE).

Los resultados obtenidos en cuanto a diseño geométrico, diseño de la estructura del pavimento y diseño hidráulico garantizan que el proyecto cumplirá con los requisitos de un servicio optimo y continuo. Por último, se determinó el presupuesto, análisis de precios unitarios y cronograma valorado del proyecto, con lo que se realizó la evaluación técnico-económica acerca de la propuesta, que abarca temas de mantenimiento, beneficios y costos.

Palabras Clave: Ingeniería civil, Desarrollo rural, Mejoramiento vial, Carreteras – diseño y construcción, Adoquinado.

ABSTRACT

The project presented below has been carried out with the purpose of proposing an alternative for the improvement of the road to the neighborhood of San Luis de Aloguincho-Parroquia Perucho, a proposal that will provide several social, economic and cultural benefits to the parishes of Atahualpa and Puéllaro, allowing the direct connection, currently nonexistent between these two parishes, so its implementation is essential.

This road improvement project has been carried out based on data obtained in the field, such as topographic surveys, extraction of samples of the subgrade and vehicle counts. With the data obtained, it was possible to determine The indispensable topographic strip for the geometric design of the road, the volume of vehicular traffic or TPDA that is projected in the road for the life time of the work, the number of equivalent axles ESAL'S which based on the AASHTO norm of the year 1993 allows us to determine the layer thicknesses for the different types of pavements; The type of soil on which the road work will be based and its physical-mechanical characteristics, the hydrological analysis and the hydraulic design of the road drainage works to obtain the most optimal sections, the design of signaling in accordance with INEN standards, and the environmental impact study based on the provisions of the Ecuadorian Ministry of the Environment (MAE).

The results obtained in terms of geometric design, pavement structure design and hydraulic design guarantee that the project will meet the requirements for optimum and continuous service. Finally, the budget, unit price analysis and project schedule were determined and the technical-economic evaluation of the proposal was carried out, covering maintenance issues, benefits and costs.

Key Words: Civil engineering, Rural development, Road improvement, Roads - design and construction, Paved.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

La Parroquia Rural de Atahualpa Habaspamba perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito, se ubica al centro-norte de la Provincia de Pichincha, Ecuador, actualmente conocida como “El Paraíso Verde del Ecuador”, por sus diversos atractivos turísticos forma parte de la llamada “Ruta Escondida” la cual comprende 5 parroquias rurales de Quito, incluida la Parroquia de Atahualpa, la misma que es cuna de historias, cultura, gastronomía y paisajes hermosos, además es una zona de importancia agrícola, ganadera y florícola de la región.

El presente proyecto de tesis contempla la conexión entre dos parroquias rurales de Quito, siendo estas la Parroquia de Atahualpa-Habaspamba y la Parroquia de Puéllaro, mediante la Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, con lo cual permitirá el desarrollo de estas comunidades, además que se tendrá un intercambio positivo en ámbitos sociales, económicos y culturales.

1.2. Antecedentes

La parroquia Atahualpa ubicada en la parte norcentral de la provincia de Pichincha, como del cantón Quito, donde sus habitantes se dedican a la agricultura y a la ganadería, en la actualidad dicha parroquia se ha convertido en uno de los mayores proveedores de leche fresca para distintas empresas alimenticias.

Uno de los problemas de la parroquia radica en la vía que lleva al barrio San Luis de Aloguincho, debido a la dificultad de movilidad de sus moradores y usuarios, puesto que esta

vía permite la conexión entre comunidades en donde se desarrollan sus actividades económicas, actualmente en esta vía no existen estudios de ingeniería.

Por esto el GAD de la Parroquia Atahualpa ha solicitado a la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana, el apoyo para que egresados de la carrera elaboren como trabajo de grado, previo a la obtención de título, una Propuesta de mejoramiento vial la cual tendrá como finalidad permitir el desarrollo socio-económico de la comunidad, garantizando un servicio vial adecuado y en condiciones óptimas durante toda su vida útil.

1.3. Problema

La parroquia de Atahualpa consta de aproximadamente 6000 habitantes, los cuales en su mayoría se dedican a las actividades agrícolas, siendo la parroquia de Atahualpa uno de los mayores proveedores locales de leche para toda la provincia de Pichincha.

En la parroquia de Atahualpa se ha localizado la vía a San Luis de Aloguincho, un camino vecinal que conecta de manera directa el barrio de Aloguincho con la parroquia de Atahualpa, siendo esta vía utilizada por los productores agrícolas que despachan sus productos, y por transeúntes que realizan diligencias en la parroquia de Atahualpa.

El problema central radica en que dicho camino vecinal, no posee las características adecuadas para la movilización humana, y de transporte es por esto que se opta por utilizar vías alternas que producen pérdidas económicas, y genera un incremento en tiempo de entrega de los productos agrícolas lo que significa pérdidas considerables de dinero.

La rehabilitación y repotenciación de esta vía producirá un aumento en las oportunidades económicas, y permitirá el crecimiento de las actividades turísticas, que puede

ofrecer la parroquia de Atahualpa, la cual ha estado realizando campañas para explotar el turismo interno y externo de la parroquia.

Por lo que el objetivo de este proyecto es proponer un mejoramiento de la vía, elaborar estudios, generación de un diseño vial, que permita una circulación óptima de vehículos, y de transeúntes, respetando todos los criterios técnicos, ambientales y sociales que conlleva este mejoramiento. Cabe recalcar que este proyecto será revisado y monitoreado por las autoridades del GAD de Atahualpa, mediante su cuerpo técnico especializado, por la Universidad Politécnica Salesiana, mediante su cuerpo docente especializado en el diseño vial.

1.4. Justificación

La Universidad Politécnica Salesiana en beneficio de la sociedad busca fomentar una cultura de participación y responsabilidad en sus estudiantes por lo cual permite la participación en proyectos que ayudarán a mejorar el desarrollo social.

El presente proyecto de titulación tiene como finalidad, realizar una propuesta la cual solucionará la necesidad existente en el sector de San Luis de Aloguincho, la misma que es contar con una vía en óptimas condiciones, de esta manera permitirá el desarrollo socio-económico del sector, mejorará la movilidad y la calidad de vida de los habitantes, puesto que es una zona agrícola, ganadera y florícola de gran importancia en la región.

Los objetivos planteados para el proyecto se efectuarán con la ayuda de docentes y estudiantes de la UPS de la carrera de Ingeniería Civil, y también se contará con la participación del GAD de la parroquia de Atahualpa.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

Diseñar el mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, Km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha, mediante un análisis, topográfico, geológico, geotécnico e hidrológico de la zona, para fomentar el desarrollo de los habitantes del sector.

1.5.2. Específicos

- Realizar un levantamiento topográfico en el área de estudio, mediante la utilización de equipo topográfico y softwares especializados, para obtener datos planimétricos y altimétricos que nos permitan diseñar la vía.
- Determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA), mediante un conteo vehicular según lo establece la normativa MOP 2003, para obtener un estimado de los vehículos que circularán por la vía.
- Obtener información geotécnica, mediante la extracción de muestras de suelo inalterado, que nos permitan detallar las características geológicas y geotécnicas del suelo de fundación.
- Definir el tipo de estructural vial que se utilizara en la carretera A San Luis de Aloguincho, mediante un análisis comparativo entre un pavimento flexible y un pavimento articulado, para ofrecer una vía útil y técnicamente correcta.
- Diseñar los sistemas de drenajes de la vía, basándonos en las características meteorológicas, topográficas y geotécnicas del sitio de implantación, para evitar un nivel de escorrentía excesivo sobre la calzada.

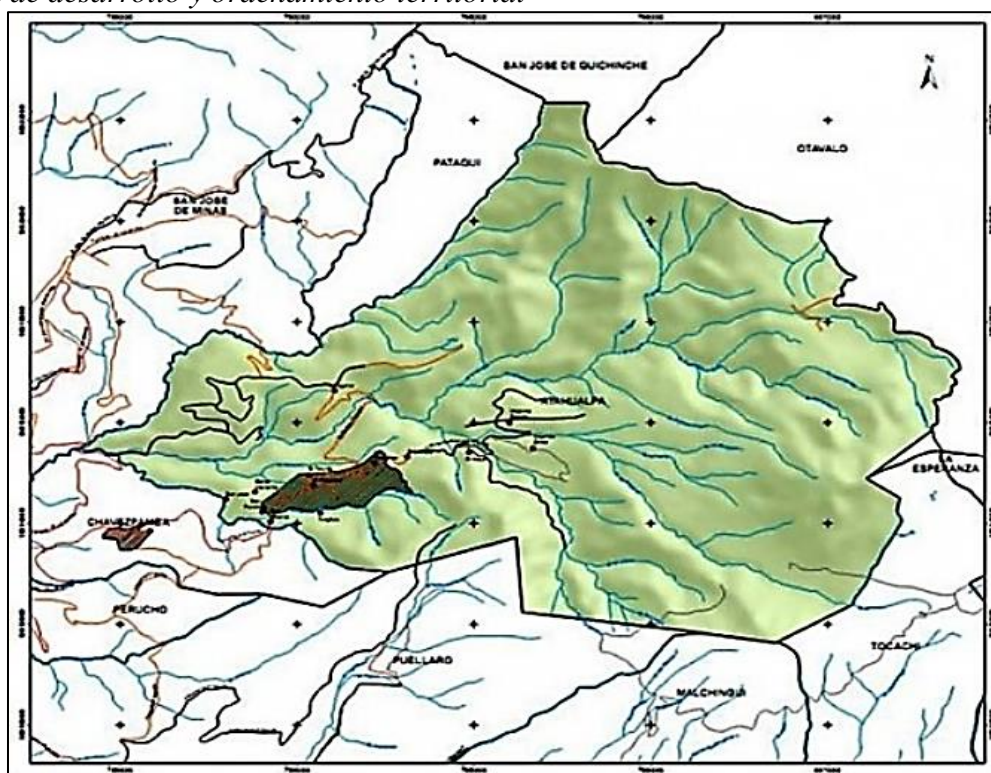
1.6.1. Límites

La parroquia de Atahualpa se encuentra delimitada de la siguiente manera:

- Norte: Provincia de Imbabura y Parroquia de San José de Minas
- Sur: Parroquia Chavezpamba
- Este: Provincia de Imbabura y la parroquiana de Puéllaro
- Oeste: Parroquia San José de Minas.

Figura 2

Plan de desarrollo y ordenamiento territorial



Nota. Se observan los límites de la parroquia de Atahualpa. Fuente: GAD - parroquia Atahualpa. (2015)

1.6.2. Ubicación del Proyecto

La vía que va a ser estudiada se encuentra localizada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Atahualpa, con las siguientes coordenadas:

Tabla 1

Coordenadas del Proyecto

SISTEMA	COORDENADAS
INICIO DE PROYECTO	
UTM-WGS 84	794078.62 E 15349.00 N 17N
Coordenadas geográficas	0° 8.323'N 78° 21.487'O
Altitud	2414 (m)
FIN DEL PROYECTO	
UTM-WGS 84	794561.08 E 14310.12 N 17N
Coordenadas geográficas	0° 7.760'N 78° 21.228'O
Altitud	2615 (m)

Nota. Las coordenadas se obtuvieron de visitas en campo.

Elaborado por: Los Autores

Figura 3

Ubicación de la vía del Proyecto



Nota. Se presenta el inicio y final del proyecto. Elaborado por: los Autores a través de Google Earth

1.6.3. Población

En base a los datos del censo de población y vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, la parroquia de Atahualpa cuenta con una población de 1901

habitantes de los cuales 954 son mujeres y 947 son hombres, se presenta su tasa de crecimiento anual obtenida de los datos del INEC.

Tabla 2

Población y tasas de crecimiento intercensal

Descripción	Censo 2010	Censo 2001	Censo 1990	Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010	Tasa de Crecimiento Anual 1990-2001
Hombres	947	956	1,059	-0.11%	-0.93%
Mujeres	954	910	1,008	0.52%	-0.93%
Total	1,901	1,866	2,067	0.21%	-0.93%

Nota. Se presentan las tasas de crecimiento poblacional de los años 2010-2001-1990 de la Parroquia Rural de Atahualpa. Elaborado por: los: Autores con datos del Censo Poblacional INEC 2010

1.6.4. Salud

La parroquia rural de Atahualpa dispone de un subcentro de salud, desde el año 1998 realizado por el Ministerio de Salud Pública, en donde atiende a todos los habitantes de Atahualpa.

1.6.5. Educación

Actualmente Atahualpa cuenta con 4 Instituciones Educativas de diferentes niveles académicos como Básico y Bachillerato, los cuales albergan a más de 300 personas que habitan en la parroquia y también de barrios aledaños entre ellos principalmente el Barrio de Aloguincho.

1.6.6. Sistema económico

La parroquia Atahualpa se encuentra caracterizada y representada por una economía Primaria, ya que al ser sus principales actividades económicas la agricultura y ganadería, destaca la producción de flores para la exportación internacional lo cual genera alrededor de 300 puestos de trabajo y la producción de leche con un rendimiento de 7000 litros de leche

diarios lo que crea un aproximado de 70 plazas de empleo. Se indica a continuación las principales actividades productivas de la parroquia.

Tabla 3

Actividades y Productos Agro-productivos

Actividades productivas	Tipo de producción o cultivos	Rendimiento	Principales mercados de comercialización
Florícola	Plantaciones de rosas	1 400 000 tallos/ha	Exportación internacional
Ganadería	Ganado de leche, carne y labranza	7000 litros diarios 1800 cabezas	Cayambe, Quinche, Otavalo y Consumo diario
Agricultura	Cultivo de ciclo largo (maíz, camote, zanahoria blanca) Cultivos de ciclo corto (frejol, habas, lechuga, alfalfa, pepinillo, tomate de riñón, leguminosas)	5000 kilos/ha	Quito
Frutícola	Plantaciones de cítricos, aguacates, chirimoyas, granadillas, babacos, tomate de árbol, pepinillos.	1000 kilos/ha	Quito, Guayllabamba
Avícola	Crianza, comercialización de aves de engorde	500 pollos /ha	Consumo Interno
Piscícola	Trucha Tilapia	1500 kilos/ha 2000 kilos/ha	Mojandita, San Francisco y Tinajillas

Nota. Se presentan las principales actividades de la producción agrícola de la Parroquia Rural de Atahualpa. Fuente: Diagnostico Participativo, PDOT 2015

1.7. Distribución, cobertura y del uso de suelo

La distribución del suelo subdivide el uso que se existe actualmente en la parroquia de Atahualpa, considerando que esta parroquia tiene áreas pobladas, bosques nativos, cultivos y pastizales, su importancia con lleva el tema ambiental debido a que estos son

escenarios de flora nativa andina y fauna nativa. Esta distribución se muestra en la siguiente tabla la misma que contiene el área y su respectivo porcentaje de uso.

Tabla 4

Distribución, cobertura y uso de suelo

	Hectáreas	Porcentaje
Área poblada	20,5	0,24%
Cultivos y mosaico agropecuario	708	2,22%
Pastizal	4984,5	58,85%
Bosques nativos	3735	36,02%
Sin cobertura y vegetación arbustiva y herbácea	226,5	2,67%
Total, distribución hectáreas	8478	100,00

Nota. La distribución se encuentra representada en hectáreas. Fuente: PDOT 2019

Se debe mencionar que la parroquia de Atahualpa en conjunto con la secretaria del Ambiente, MAE estas comprometidos por cuidar y preservar paramos, cascadas, quebradas cerros, montañas y ríos.

1.8. Características climáticas

Atahualpa tiene gran cantidad de pisos ecológicos, entre ellos destacan el bosque seco subtropical, bosque húmedo y muy húmedo, y el páramo. Debido a que su altura va desde los 1800 m.s.n.m. hasta los 3777 m.s.n.m. permite que conste de una diversidad de microclimas altitudinales los mismos que permiten realizar diferentes actividades en la zona, por lo que su temperatura puede estar entre los 5°C a 25°C.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

La Propuesta de mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha, tiene como objetivo diseñar una vía que soporte las cargas de tránsito del sector conforme a las características físicas del suelo. Por lo cual es necesario realizar todos los estudios que permitan conocer dichas características y dimensionar una estructura vial óptima durante todo su tiempo de vida útil.

Dentro de los estudios que se realizaran constan los siguientes: tránsito, suelos, geológicos, hidráulicos y económicos, estos estudios en conjunto permitirán determinar el diseño geométrico vial y el diseño estructural del pavimento de este proyecto.

El proyecto proporcionara una mejor comunicación y movilidad entre dos parroquias, por lo que se analizara aspectos económicos, sociales y ambientales, que se producirán a partir de la construcción del proyecto, para con ellos determinar cambios positivos y negativos en las parroquias.

2.2 Marco conceptual

La Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, tiene como finalidad proporcionar un diseño para la estructura vial que conecta dos parroquias, por lo que beneficiara a los habitantes que desarrollan sus actividades económicas en estas parroquias, para la gobernación es una misión invertir en el desarrollo de sus vías y municipios, para permitir el desarrollo económico y social, además mejorara el turismo y comunicación en estas parroquias.

2.3 Marco legal

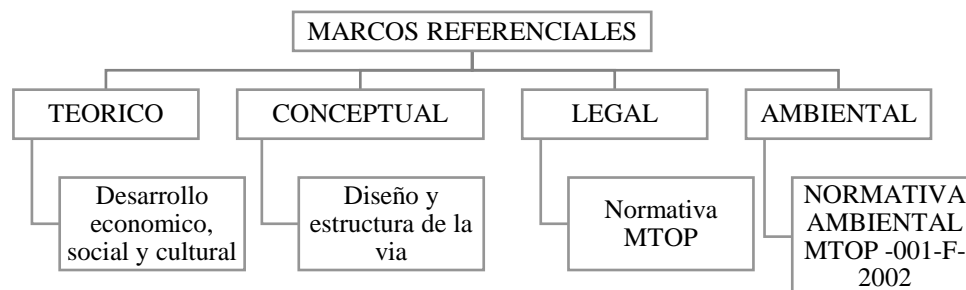
El Proyecto “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA VÍA A SAN LUIS DE ALOGUINCHO, KM 1+822-3+382, UBICADO EN LA PARROQUIA RURAL ATAHUALPA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA” deberá cumplir con la normativa establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP, quien establece los criterios de diseño geométrico vial, también la guía AASHTO GUIDE FOR DESSIGNEN OF PAVEMENT STRUCTURES para el diseño de estructura de pavimentos.

2.4 Marco ambiental

En este numeral se analizan los ámbitos legales y administrativos-institucionales que rigen o norman las actividades del sector vial y del proyecto motivo del estudio, a fin de evitar que las mismas afecten la preservación del medio ambiente y que por otro lado, permitan aplicar las medidas de mitigación ambiental frente a los potenciales impactos. El Manual de especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP-001- F-2002) menciona que las Leyes y normativas que rigen las actividades ambientales.

Figura 4

Marcos Referenciales



Nota. Contenido del marco referencial. Elaborado por: Los Autores

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Enfoque

El proyecto cuenta con dos enfoques uno de tipo cualitativo el cual se basa en la recolección de datos e información, para después realizar un análisis de los mismos y otro enfoque de tipo cuantitativo debido a que la problemática surge a partir de la falta de comunicación entre dos parroquias por lo que la ampliación y apertura de la vía es indispensable.

3.2. Tipo de Investigación

Este proyecto se desarrollará mediante una investigación analítica y descriptiva que permitirán obtener resultados, en base a la información recolectada, los mismo que aportaran con características y datos que ayudaran a determinar el diseño para este tramo de vía.

3.3. Técnicas e Instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaran para realizar el proyecto esta contemplados conforme a la normativa que rige el diseño estructural y geométrico para las vías nacionales, además se utilizara laboratorios en donde se podrán realizar los ensayos que el proyecto requiera.

3.4. Proceso técnico de Ingeniería

El proyecto constará de los siguientes ítems para su desarrollo:

- **Estudio topográfico, Trazado y Diseño Vial**

Se procederá a realizar una visita técnica a la vía previo a los estudios topográficos para identificar los puntos de inicio y fin, luego se realizará el levantamiento topográfico en la vía con la ayuda de un equipo topográfico.

Después de haber realizado los trabajos en campo anteriores, se ingresará la información al programa Auto Cad Civil, en donde se podrá realizar el diseño del proyecto vertical, horizontal y secciones transversales de acuerdo con los establecido en las normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

La vía será diseñada para un pavimento semiflexible que cumpla con los requerimientos normativos de la AASHTO 1993.

- **Estudio Geológicos - Geotécnicos**

Se realizará la toma de muestras de suelo, previamente se determinará la profundidad y el número de muestras, las muestras deben ser inalteradas extraídas por medio de calicatas o perforaciones.

Luego serán transportadas las muestras hasta el laboratorio de Suelos de la Universidad Politécnica Salesiana en donde se determinará: Contenido de humedad, granulometría, Clasificación AASHTO y SUCS, Índice de Capacidad CBR, entre otros.

- **Estudio de Tráfico**

El estudio de tráfico se elaborará en base a conteos manuales en 2 lugares de la vía, este proceso que durará 7 días consecutivos, tomando en cuenta un factor noche, tasa de crecimiento vehicular de la provincia, y un factor mensual dependiendo de la fecha de realización del conteo, estos datos se encuentran en tablas proporcionadas por el Ministerio

de Transporte y Obras Públicas, lo que permitirá realizar una proyección del tránsito a futuro del sector.

- **Diseño de obras de drenaje vial.**

Se solicitarán al GAD o empresa encargada del Agua Potable y Alcantarillado de Atahualpa, datos sobre sistemas de alcantarillado existentes en el sector o área de estudio, con la finalidad de tener datos de puntos de descarga de agua lluvia, caso contrario se deberá descargar en ojos de agua, quebradas o cauces naturales que se encuentren en el sector.

- **Evaluación económica-financiera.**

La evaluación económica aportara resultados aproximados que nos permitirán conocer la viabilidad del proyecto, desde un punto de vista financiero, basándonos en factores tales como VAN, TIR y la Relación Costo-Beneficio.

CAPÍTULO IV

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

4.1. Antecedentes

Dentro de las obras y estudios que se realizan en el ámbito de la ingeniería civil uno de los puntos necesario e indispensables antes de iniciar, es el estudio del terreno y por consiguiente los estudios topográficos, es aquí donde inician los trabajos del ingeniero civil. En donde se busca recrear de manera fidedigna una representación del terreno, posteriormente se busca determinar las condiciones planimétricas y altimétricas en las cuales terminara el terreno una vez se comiencen las obras de construcción.

Dentro del estudio de vías y carreteras la topografía cumple uno de los papeles más importantes, ya que un levantamiento topográfico fiable y lo más representativo, posibilitara: el diseño geométrico de la vía, toma muestras y posterior replanteo, sobre esto la norma de diseño geométrico de carreteras del año 2003 MOP 2003 señala que:

La incidencia del factor topográfico en los costos de construcción de un proyecto vial es considerable y limitante con relación a las características del trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal. (pag,4).

Dentro de la Topografía las partes de estudio que serán de nuestro interés será la Planimetría y la Altimetría o Nivelación.

— Planimetría. – Se encarga de tomar en campo los datos que permitan proyectar sobre un plano horizontal, la forma del terreno, su contorno, así como los principales detalles topográficos ya sean depresiones o accidentes geográficos naturales o artificiales.

— Altimetría. – Permite determinar la elevación de los distintos puntos del terreno con respecto a un plano de comparación como el nivel del mar.

4.2. Levantamiento Topográfico

Se puede expresar que el levantamiento topográfico es el producto final de un estudio topográfico; al cual podemos definir como un conjunto de operaciones realizadas en campo, con la finalidad de representarlas sobre un plano.

Según expresa Keller y Sherar en su obra titulada Ingeniería de caminos Rurales:

Un levantamiento puede resultar muy simple, como la ejecutado con una brújula y una cinta métrica de tela en el caso de un camino rural, o puede resultar muy detallado usando instrumentos y un alto grado de exactitud en terrenos difíciles o para un camino de altas especificaciones. (pág. 24)

Para una mayor comprensión de lo que es un levantamiento se debe entender que existen dos tipos de levantamientos:

— Levantamiento Topográfico. – Cuando se pretende abarcar una extensión (*menor a 30 Km*), en donde se considera despreciable la curvatura de la tierra.

— Levantamiento Geodésico. – Cuando se pretende abarcar una extensión (*mayor a 30 Km*), en donde se considera la curvatura de la tierra.

Por lo que para el presente proyecto se ha realizado un levantamiento del tipo topográfico mediante la utilización de equipo de precisión.

4.3. Tipo de terreno

Los terrenos o zonas de implantación pueden clasificarse en función de las distintas características del suelo como son: físicas, mecánicas, químicas entre otras, es por esto que dentro de un análisis topográfico del terreno podemos clasificarlo en función a la pendiente transversal a la vía, el conocimiento de esta característica orográficas del terreno, nos sirve tanto en el diseño como en la toma decisiones ya que terrenos con pendiente sumamente fuertes puede incurrir en costos elevados al momento de su ejecución. Es por esto que la normativa de diseño geométrico de carreteras MOP 2003 clasifica el terreno, basado en sus características topográficas y estas son: llano, ondulado y montañoso y este a su vez puede ser suave o escarpado, cabe recalcar que en distintas biografías pueden referirse al terreno como plano, ondulado, accidentado y muy accidentado.

4.3.1. Terreno Plano.

Terreno en el cual la pendiente transversal puede variar entre un 0 y un 5%, es en este tipo de terrenos donde por lo genera el movimiento de tierras es mínimo, según lo expresa Parrales. A en su tesis de grado, este tipo de terrenos es fácil en el momento de su construcción y por lo general sus pendientes longitudinales son menores al 3%. (2017, pág.18).

Para Córdoba. H una combinación entre los alineamientos horizontales que cumplan estas características en sus pendientes, permite que vehículos pesados mantengan velocidades cercanas a la de los vehículos livianos. (2018, pág.7).

4.3.2. Terrenos ondulados.

Son terrenos de pendiente trasversal que puede variar entre el 5 y 25%, por lo que requiere de un moderado movimiento de tierras al momento de la ejecución de la obra, y por lo general el eje de vía son medianamente rectos, sin incurrir en problemas en el momento de trazado y su pendiente longitudinal varía entre un 3 y 6%.

De manera conceptual, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos livianos, sin que esto los lleve a operar a velocidades sostenidas en rampa por tiempo prolongado. (Córdova. H, 2018, pág. 18).

4.3.3. Terreno montañoso.

Son terrenos donde su pendiente trasversal a la vía puede variar entre el 27 y 75%, por lo que en este tipo de terrenos es común que existan grandes movimientos de tierra y sus costos suelen elevarse significativamente, implicando complicaciones al momento de su trazado, por lo general este tipo vías poseen una pendiente longitudinal que puede variar entre el 6 y 8%.

De manera conceptual, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a velocidades sostenidas en rampa durante distancias considerables y en oportunidades frecuentes. (Córdova. H, 2018, pág. 18).

4.3.4. Terrenos escarpados.

Dichos terrenos poseen pendientes transversales a la vía mayores a 75%, esta clase de terrenos requieren de un movimiento alto de tierras con rubros de costo alto, acarreado la máxima dificultad en el trazado de la vía, por lo general la vía posee pendientes longitudinales mayores al 8%.

Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa, que en aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas y en oportunidades frecuentes. (Córdova. H, 2018, pág. 19).

Tabla 5

Clasificación del terreno

Tipo de terreno	Pendiente Transversal	Pendiente Longitudinal	Características
Plano	0% - 5%	>3%	Mínimo movimiento de tierras
Ondulado	5% - 25%	3% - 6%	Moderado movimiento de tierras
Montañoso	27% - 75%	6% - 8%	Gran movimiento de tierras
Escarpado	<75%	<8%	Exagerado movimiento de tierras

Nota. Se clasifica en función de sus características topográficas. Elaborado por: Los Autores.

4.4. Sistemas de coordenadas

Un sistema de coordenadas es un método que se utiliza para poder describir una posición geográfica sobre la superficie de la tierra. En la actualidad para la medición de coordenadas se utilizan principalmente dos tipos de sistemas:

- Coordenadas geográficas
- Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

4.4.1. Sistema UTM.

El sistema coordenado UTM es un sistema de proyección cartográfica basado en retículas en donde se referencia puntos sobre la superficie de la tierra, siendo la proyección UTM un sistema cilíndrico tangente a una elipse.

El GPS o sistema de posicionamiento global por sus siglas en inglés es un sistema propiedad de EE.UU. que proporciona al usuario información sobre su posicionamiento, navegación y cronometría, permite posicionar puntos dentro de la vía y georreferenciarlo en tiempo real y con un error no mayor a 5 metros.

Por lo general la diferencia entre los sistemas UTM y el sistema GPS suele ser el punto de origen. Más en su actualidad el avance tecnológico permite la lectura GPS ajustado a los distintos sistemas de georreferenciación.

El datum es un sistema de referencias espaciales que nos permite describir la forma y tamaño de la tierra, generando un origen para los sistemas de coordenadas o referencia. (ARCGEEK, 2021).

Para el presente proyecto se planea utilizar el datum geocéntrico WGS-84.

4.5. Ubicación del proyecto.

La vía que va a ser estudiada se encuentra localizada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Atahualpa, con las siguientes coordenadas:

Tabla 6

Coordenadas del Proyecto

SISTEMA	COORDENADAS
INICIO DE PROYECTO	
UTM-WGS 84	794078.62 E 15349.00 N 17N
Coordenadas geográficas	0° 8.323'N 78° 21.487'O
Altitud	2414 (m)
FIN DEL PROYECTO	
UTM-WGS 84	794561.08 E 14310.12 N 17N
Coordenadas geográficas	0° 7.760'N 78° 21.228'O
Altitud	2615 (m)

Nota. Las coordenadas se obtuvieron de visitas en campo. Elaborado por: Los Autores

Figura 5

Representación gráfica del proyecto



Nota. Posicionamiento geográfico del proyecto. Elaborado por: Los Autores

4.6. Posicionamiento de puntos de control o BMs

El BM o *Bench Mark* significa marca o banco de nivel; son puntos los cuales se ha determinado su cota o altura y su posicionamiento planimétrico con una gran exactitud, y serán utilizados como puntos de control en los levantamientos y replanteos altimétricos, y representan los puntos de partida para la nivelación.

Los BMs puede ser:

- BMs Temporales. – Colocados únicamente para el proyecto, pueden ser de cotas absolutas o cotas relativas.
- BMs Relativos. – Generalmente poseen cotas absolutas y deben permanecer en el terreno tras el paso del tiempo.

La determinación de estos puntos, han sido posibles gracias a la colaboración del GAD de la Provincia de Pichincha, los cuales realizaron la toma de puntos mediante la utilización de un GPS diferencial de doble frecuencia, en coordenadas (norte-este) y nivelación entre hitos para la cota.

4.6.1. Procedimiento

- **Obtención de un punto geodésico.** - Dicho punto se obtiene a través del instituto geográfico militar, el mismo se considera como el primer referente geográfico para empezar la toma de puntos. Revisar Anexo 1.
- **Colocación del emisor.** – Una vez localizado el punto geodésico se procede a colocar el emisor GPS el cual servirá de referente para el cálculo de los BMs dentro del proyecto.

Figura 6

Colocación del Emisor GPS



Nota. Colocación del Receptor del GPS- Diferencial Stratus L1. Elaborado por: Los Autores.

— **Colocación de Mojones, toma de datos.** – Una vez se colocado el emisor GPS se procede a colocar mojones en puntos estratégicos de la vía como lo son en los extremos, una vez colocados lo mojones se implanta el equipo receptor de señal GPS y se espera hasta tener una señal de datos aceptable. Revisar Anexo 2.

Figura 7

Colocación del receptor GPS punto 1



Nota. Toma de datos GPS- Diferencial Stratus L1. Elaborado por: Los Autores.

— **Procesamiento de datos.** – Una vez terminado la toma de datos, se toma todos los puntos capturados por el GPS y se los lleva al computador donde se analizan y se verifica que los datos obtenidos sean coherentes. Revisar Anexos 3.

4.7. Poligonal

Desde el punto de vista de la topografía podemos definir a la poligonal como una sucesión de puntos o también llamadas estaciones que se unen entre sí por medio de ángulos y distancias.

Para (Casanova, 2002) la poligonación es uno de los procesos más comunes dentro de la topografía, este proceso se basa en la determinación de puntos de control o BMs “*Benchmarks*” y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control dentro de la ejecución de la obra.

En el caso de obras viales las poligonales más comunes o frecuentemente utilizadas para realizar un levantamiento topográfico, son las poligonales abiertas o de enlace con control de cierre, ya que este tipo de polígonos se utilizan cuando el punto de partida no coincide con el punto de llegada, cabe aclarar que tanto el punto de partida como de llegada para este caso en concreto son puntos conocidos, y es posible realizar un ajuste angular y longitudinal del trasado de la poligonal.

4.7.1. Cierre o Resolución de la Poligonal

El cierre de la poligonal consiste en la determinación de las coordenadas rectangulares de cada punto, con base a los puntos de control o estaciones determinadas con un instrumento de alta precisión como GPS.

4.7.1.1. Error y Tolerancia angular en poligonal abiertas

Definimos al error angular en polígonos abiertos como la diferencia entre el valor del azimut inicial conocido y de los ángulos medidos en los vértices, y el azimut final conocido.

$$Ea = \varphi_{fc} - \varphi_f$$

Donde:

Ea= Error angular

φ_{fc} = azimut final calculado

φ_f = azimut final conocido

Es este error calculado el cual debe verificarse con la **Tolerancia angular**, la cual viene dada por la siguiente expresión, los valores de la tolerancia angular deben ser mayores a los del error angular, se deberá realizar una remediación de los ángulos de la poligonal

$$Ta = a\sqrt{n}$$

Donde:

Ta= Tolerancia angular.

a= Apreciación del instrumento

En el caso que el error angular sea menor que la tolerancia angular, se deberá realizar una compensación angular. Dicha compensación angular podrá ser acumulativa, (múltiplo de la corrección angular), a partir del primer ángulo medido.

$$Ca = \frac{Ea}{n}$$

Donde:

Ca= Corrección Angular.

n= Numero de ángulos a corregir.

Tabla 7

Procedimiento de Compensación angular

Estación	Azimut	Corrección	Azimut Corregido
A	GG°MM'SS''		
B	B (GG°MM'SS'')	Ca	B (GG°MM'SS'') + Ca
C	C (GG°MM'SS'')	2*Ca	C (GG°MM'SS'') + 2*Ca
D	D (GG°MM'SS'')	3*Ca	D (GG°MM'SS'') + 3*Ca

Nota. Corrección angular mediante el factor de compensación Ca. Elaborado por: Los Autores.

4.7.1.2. Error y Tolerancia del cierre lineal (Método de la Brújula).

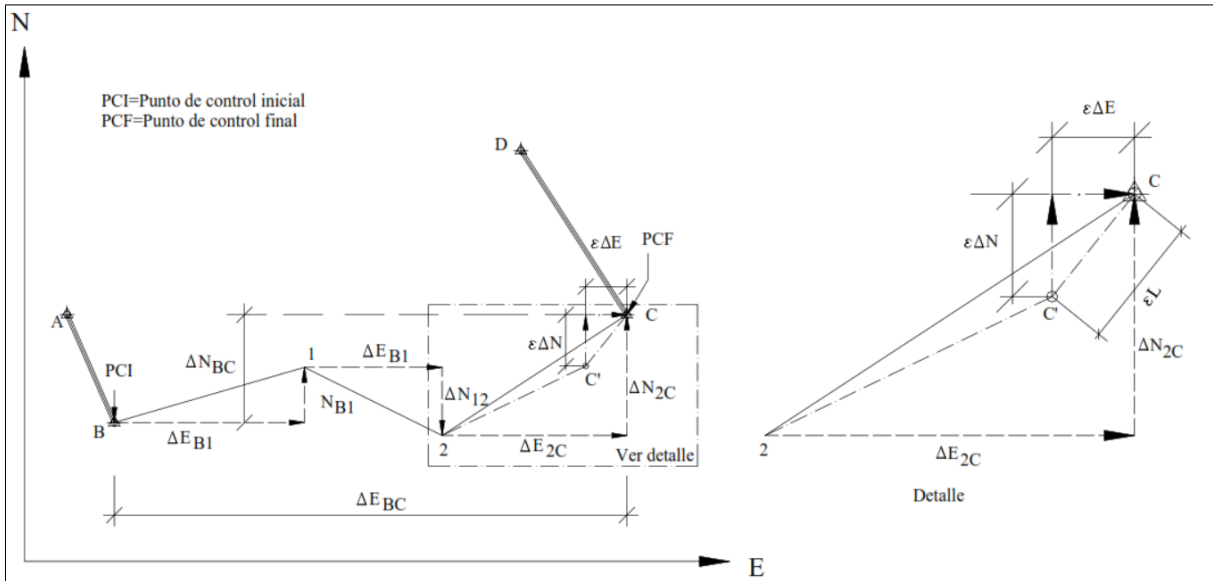
Este método propuesto por Nathaniel Bowditch, se considera como el método más utilizado en topografías normales, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los ángulos y distancias son medidos con igual precisión.
- El error ocurre en proporción a la distancia entre estaciones.

— La proyección se corrige proporcional a la longitud de los lados.

Figura 8

Poligonal abierta con control



Nota. Compensación longitudinal. Fuente: Leonardo Casanova M. Topografía plana

$$CpNi = -\left(\frac{\varepsilon\Delta N}{\sum Li}\right) \times Li$$

$$CpEi = -\left(\frac{\varepsilon\Delta E}{\sum Li}\right) \times Li$$

$$\varepsilon\Delta N = \sum \Delta_{N-S} - \Delta N_{BC}$$

$$\varepsilon\Delta E = \sum \Delta_{E-O} - \Delta E_{BC}$$

Donde:

CpNi= Corrección parcial sobre la proyección norte-sur del lado i.

C_{pEi} = Corrección parcial sobre la proyección este-oeste del lado i.

L_i = Longitud del lado i

$\epsilon_{\Delta N}$ = Error lineal de la proyección norte-sur.

$\epsilon_{\Delta E}$ = Error lineal de la proyección este-oeste.

Tolerancia lineal, nos permite verificar el grado de error que posee una poligonal, en casos donde el error lineal sea menor a la tolerancia lineal será necesario realizar una compensación, caso contrario se deberá verificar en campo las distancias.

Para el cálculo de la tolerancia se han propuesto dos expresiones que se adecuan dependiendo del tipo de terreno.

$$\text{Terreno llano } TL = 0.015 \times \sqrt{K}$$

$$\text{Terreno ondulado } TL = 0.025 \times \sqrt{K}$$

Donde:

K = Es la suma de distancia recorrida en m.

4.8. Trabajo en campo.

4.8.1. Equipo utilizado.

Todo el levantamiento de topográfico (poligonal, y de la faja) se ha realizado con un equipo de presión electrónica o estación total, el cual se encontró calibrado al momento de realizado los trabajos topográficos, para una mayor información acerca de la calibración revisar Anexos 4.

Figura 9

Características del equipo topográfico.

FICHA DEL EQUIPO	
	
Categoría	Estación Total
Marca	Leica
Modelo	TCR 405power
Precisión Angular vertical	1.34"
Precisión Angular horizontal	1.67"
Precisión en distancia sin prisma	1.22m
Precisión en distancia con prisma	0.25mm
Ultima fecha de calibración	3/8/2021

Nota. Estación total marca Leica modelo TCR 405 Power. Elaborado por: Los Autores.

4.8.2. Levantamiento topográfico.

En base a la información proporcionada por el GAD de la provincia (los BMs), se ha realizado el levantamiento topográfico, este se ha hecho siguiendo la apertura existente, y tomando un ancho de faja de 20 metros para cada lado desde el eje de la apertura, los puntos que se han tomado con una numeración progresiva, constando de una proyección norte, una proyección este, la cota y una descripción puntual. Para obtener la información más relevante acerca del relieve, se ha optado por utilizar el método de la poligonal abierta con control y un levantamiento taquimétrico con una malla de puntos radiales separados a una distancia no mayor a 20 metros.

Todos los procedimientos en campo se han realizado tomando en cuenta los protocolos de bioseguridad, debido al estado de emergencia actual.

Figura 10

Toma de datos topográficos con estación total



Nota. Se realizo con una estación total marca Leica.

Figura 11

Toma de puntos nivelando prisma



Nota. Nivelación con prisma.

Figura 12

Toma de datos topográficos con estación total



Nota. Recolección de datos BM4

Figura 13

Toma de datos topográficos (relieve importante).



Nota. Se presenta un relieve irregular en el proyecto

Figura 14

Toma de puntos importantes en base a los BMs



Nota. Datos de faja topográfica.

4.9. Trabajo de Gabinete

Terminado el levantamiento se procede a la obtención de los puntos desde la estación total, en formato .txt, los cuales se procesaron y cargaron en el software de diseño CIVIL 3D de la casa Autodesk en su versión 2021 Metric. Los puntos obtenidos del levantamiento nos han permitido, verificar el error y tolerancia de la poligonal principal, además de generar una superficie del terreno con información altimétrica y planimétrica (Curvas de nivel con separación cada metro).

Se han tomado un total de 396 puntos cada uno con si respectiva proyección norte, este y cota, revisar **ANEXOS 5**.

CAPÍTULO V

ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

5.1. Antecedentes

Es en este capítulo abordaremos las características físicas, mecánicas y geomorfológicas del suelo de fundación el mismo en la cual se implantará la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382 para lo cual será necesario emplear métodos de muestreo alterados y no alterados del suelo, y de igual manera de realizaran ensayos en campo y en laboratorio, todo con la finalidad de poder caracterizar de una manera acertado el suelo sobre el cual se construirá la estructura vial, y en el caso de tener factores que generen problemas ser capaces de ofrecer opciones ingenieriles que permitan continuar con el desarrollo del proyecto.

5.2. Ubicación

El proyecto de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, se encuentra adyacente a la parroquia rural de Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha y la finalidad de la presente obra es conectar la parroquia de Atahualpa con el barrio de San Luis de Aloguincho.

En la actualidad la vía se encuentra en fase de apertura, y la mayor parte de la vía se encuentra utilizada por transeúntes o por vehículos todo terreno.

Tabla 8

Coordenadas del proyecto

SISTEMA	COORDENADAS
INICIO DE PROYECTO	
UTM-WGS 84	794055.58 E 15332.0831 N 17N
Altitud	2427.669 (m)
FIN DEL PROYECTO	
UTM-WGS 84	794483.54 E 14284.78 N 17N
Altitud	2541.438 (m)

Nota. Coordenadas presentadas en UTM y altitud en MSNM. Elaborado por: Los Autores

5.3. Características Geológicas de la zona de estudio.

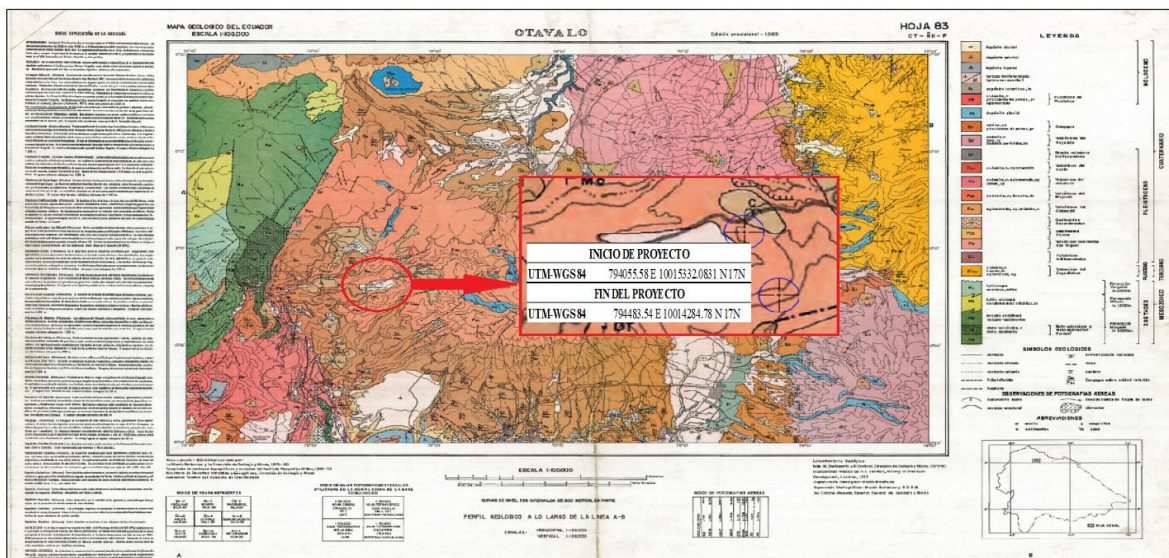
Como podemos apreciar en el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del GAD parroquial de Atahualpa en su sección 3.1.2:

La configuración actual de su superficie no es sino resultado de los diferentes eventos geológicos que se encuentran influenciados por la tectónica regional andina debido a que presentan una dirección preferencial en las fallas y en las diferentes unidades litológicas con la misma dirección de la Cordillera de los Andes, en sentido NE. Algunas fallas son simplemente producto del contacto litológico entre diferentes formaciones (2019, pag.49).

Para la discretización de la geología local y global del área de estudio se ha hecho uso del mapa Geológico de Ecuador hoja 83 en su escala 1/100000 emitido por el Ministerio de Recursos Natural y Energéticos.

Figura 15

Mapa Geológico del Ecuador hoja 83 "OTAVALO"



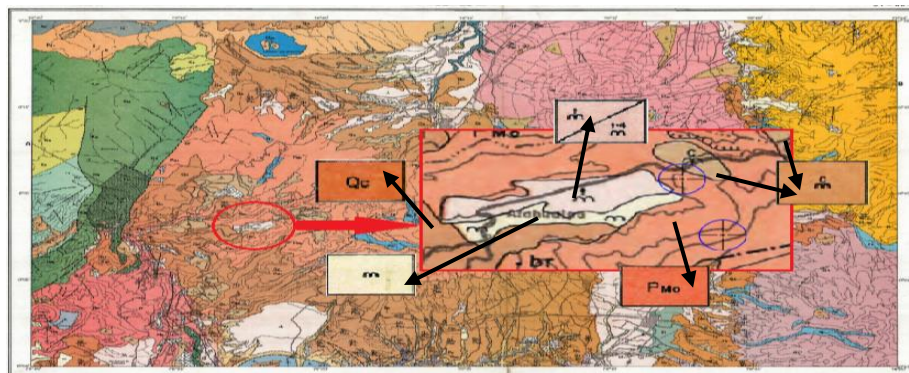
Nota. Posicionamiento del proyecto en el Mapa geológico del Ecuador 1979. Fuente: IIGE. portal web

Es dentro del presente mapa que hemos podido reconocer las características geológicas del sector de implantación y se han encontrado un total de 5 tipos de formaciones geológicas importantes

5.3.1. Principales formaciones geológicas en la zona de implantación.

Figura 16

Mapa Geológico del Ecuador hoja 83 "OTAVALO"



Nota. Discretización de formaciones geológica *Mapa* geológico del Ecuador 1979. Fuente: IIGE. portal web

Se puede distinguir:

- Terraza (Holoceno.)
- Depósitos aluviales (Holoceno.)
- Depósito coluvial (Holoceno.)
- Cangahua (Cuaternario.)
- Volcánicos de Mojanda (Pleistoceno.)

5.3.1.1. Terraza m¹ (Holoceno).

Se han determinado el primer nivel de terraza el cual se encontrado como basamento los depósitos laharíticos, intercambiados con tobas y cenizas, esta formación se encuentra en la parte Este del centro de la parroquia de Atahualpa, la presencia de esta conformación dentro del proyecto baja - nula.

5.3.1.2. Deposiciones Coluviales m^c (Holoceno).

Conformada principalmente por arena y cangahua. Esta formación está compuesta por materiales de arrastre de tamaño homogéneo unido por una matriz arenosa, siendo formadas por alteraciones o desintegración de rocas ubicadas en las laderas.

Según lo expresan Pilatuña, C, Carvajal B y Valverde M en su tesis de grado: Los depósitos Coluviales se caracterizan contener gravas angulosas y subagudas distribuidas en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente, con regular a pobre consolidación (2015. Pág. 36).

5.3.1.3. Depositiones Aluviales m (Holoceno).

Por lo general estas facciones se dan en el margen de los ríos más importantes. Atahualpa al estar dentro de la cordillera y cerca de conformaciones lagunares como Mojanda, aloja deposiciones traídas a través de caminos de agua. Las deposiciones Aluviales están conformadas por gravas limadas por el paso del agua unidas entre sí mediante una matriz arenosa, la cual ha producido una consolidación parcial producida por hidratos de carbono.

5.3.1.4. Formación Cangahua Q_c (cuaternario).

La cangahua es un depósito de toba volcánica y ceniza generalmente de espesor uniforme. En la base de dichos depósitos se encuentran piroclastos de piedra pómez, que varían de capas de entre 2 y 4 metros. La toba es una grava de grano medio a fino de color amarillento cubriendo estos depósitos se encuentran cenizas de color variable de gris a amarillo.

5.3.1.5. Volcánicos de Mojanda (Pleistoceno).

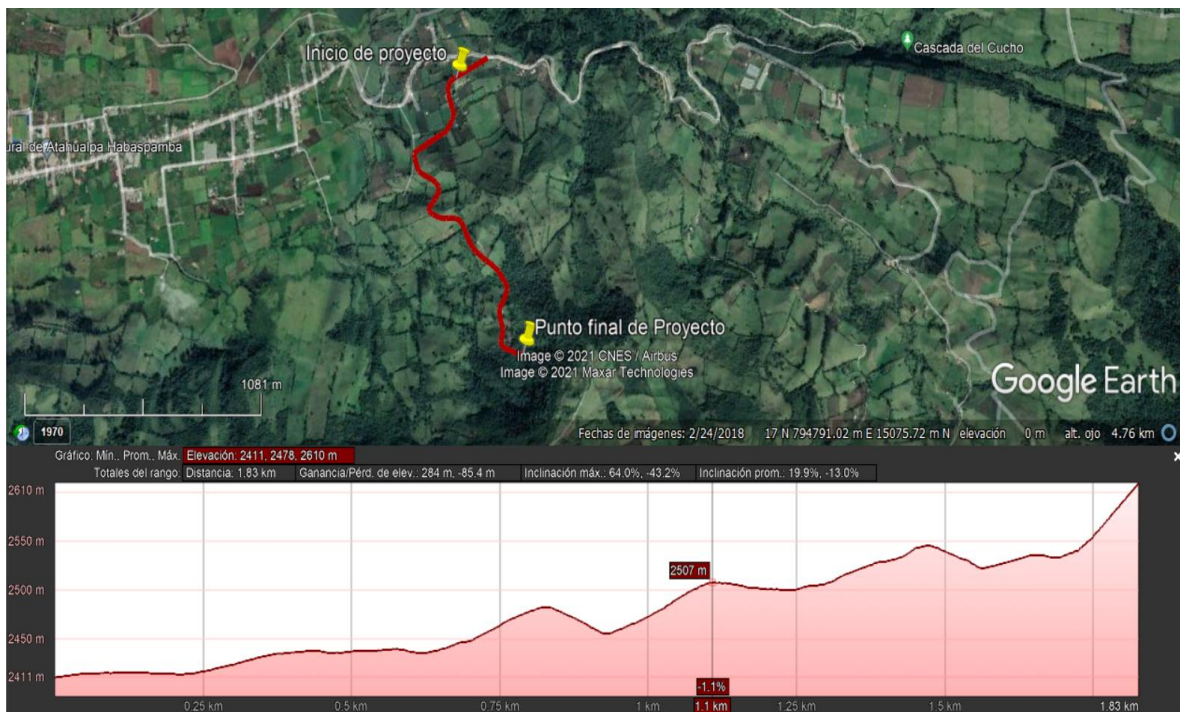
La formación de volcánicos de Mojanda está constituida por lavas, aglomerados y brechas volcánicas. Donde las lavas son andesitas y basaltos mesocráticos, compactos de grano medio a fino, con fenocristales de plagioclasas y piroxeno; los aglomerados contienen fragmentos angulares de andesitas porfíricas, en una matriz arenosa. El espesor de este complejo volcánico sobrepasa los 1200 metros. Es esta formación geológica es la que predomina dentro del proyecto por lo que se espera en su mayoría suelos con una litología perteneciente a la formación de Volcánicos de Mojanda.

5.4. Geomorfología

La parroquia rural de Atahualpa se encuentra ubicada a una altura de 1533 m.s.n.m. el presente proyecto se encuentra localizado a una distancia aproximada de 5 km desde la plaza central de la parroquia. El punto inicial del proyecto está situado a una altura de 2450 m.s.n. y el punto final del mismo se encuentra a una altitud aproximada de 2615 m.s.n.m., en el trayecto de la apertura se puede observar quebradas escarpadas y taludes de corte con ángulos de inclinación altos, por lo que podemos expresar que el proyecto se encuentra sobre un terreno del tipo montañoso, en la actualidad los terrenos que colindan la carretera con la apertura se dedican a la ganadería a la agricultura, por lo que existe sobre la vía una capa de aproximada de 50 a 60 cm de tierra negra.

Figura 17

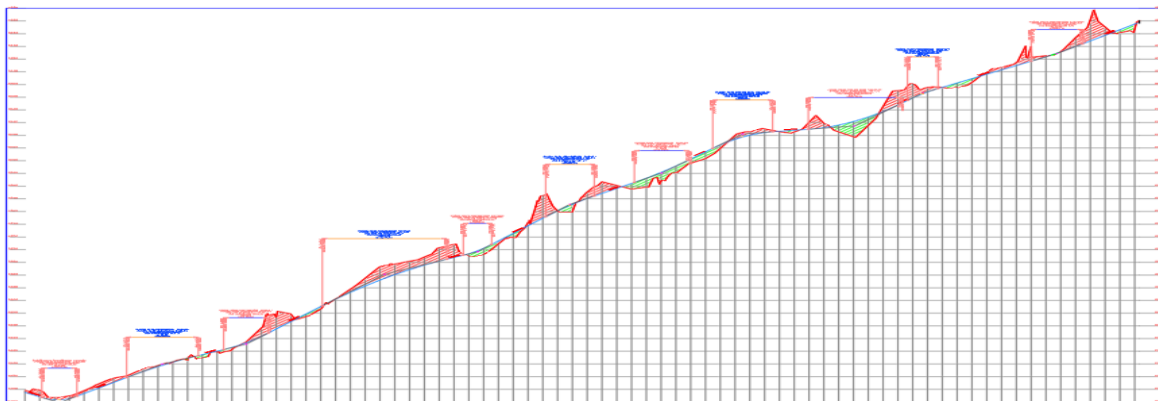
Relieve del terreno



Nota. Relieve aparente del terreno. Elaborado por: Los Autores a través de Google Earth

Figura 18

Relieve del terreno y el proyecto



Nota. Relieve perfil longitudinal del terreno y proyecto. Elaborado por: Los Autores a través de Civil 3D

Es en los taludes de corte donde se pueden verificar distintas conformaciones de estratos entre los que resaltan la cangahua, depósitos coluviales, y depósitos aluviales están basados en las características de las distintas formaciones geológicas que se han expuesto en el punto anterior.

Se ha determinado una fractura geológica importante trasversal a la vía que se planea construir, localizada a una distancia aproximada a los 250 metros de distancia la cual afectaría de manera más directa a la primera etapa de proyecto, dicha fractura permanece inactiva y sepultada bajo estratos de cangahua consolidada, pero cabe recalcar la presencia de dicha falla pueden causar importantes daños, no solo al proyecto si no a los moradores que viven en el sector.

5.5. Riesgos Naturales.

El riesgo natural es aquella probabilidad de ocurrencia de un evento que produzca consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas dentro de las cuales se encuentran pérdida de propiedades, pérdida de vidas, lesiones, interrupción de actividades económicas, daños

ambientales, pérdida de medios de subsistencia, entre otras. Este tipo de eventos por lo general pueden ser de carácter sísmico, volcánico, riesgo de inundación, riesgo de sequía o riesgo geodinámico.

Para el proyecto se tomarán en cuenta el riesgo, sísmico, volcánico y geodinámico.

5.5.1. Riesgo Sísmico.

El riesgo sísmico se lo puede asociar con consecuencias sociales, económicas y ambientales, que son provocadas por un terremoto, resultado de la falla de la estructura que a causa de dicha excitación sísmica ha excedido su residencia de diseño.

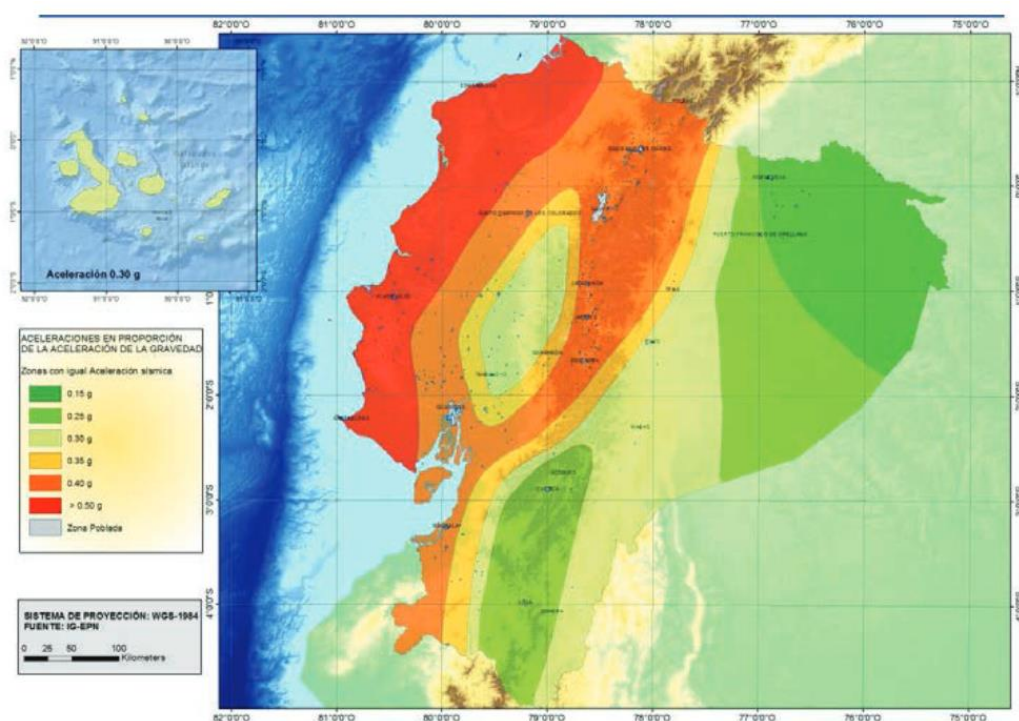
Podemos afirmar que el riesgo sísmico depende directamente de la Peligrosidad y de la Vulnerabilidad Sísmica, es decir que los elementos que componen una estructura cualquiera que sea esta, pueden verse afectados dependiendo del grado de vulnerabilidad que esta tenga, lo que ocasiona un cierto Riesgo sísmico en el lugar.

En el Ecuador se ha realizado un mapa de zonificación sísmica para un 10% de excedencia en cincuenta años y un periodo de retorno de cuatrocientos setenta y cinco años, lo que significa que los estudios realizados para el desarrollo de este mapa se han tomado como factor de seguridad un 10% de excedencia dentro de cincuenta años.

Para la determinación de las características de peligrosidad sísmica en el sector de estudio, primero se deberá determinar el factor Z el cual podemos definir como una porción de la aceleración de la gravedad, la cual representa la máxima aceleración en roca para el sismo de diseño. (NEC-SE-DS, 2015, pág. 27)

Figura 19

Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño



Nota. Mapa de zonificación sísmica del Ecuador y valor del factor Z. Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Existen dos caminos viables para la determinación del factor Z, uno es la determinación manual mediante la localización del proyecto por medio de la utilización del mapa de Zonificación sísmica, y el otro camino que podemos tomar es el de utilizar la tabla 10.2 de la norma NEC-SE-DS del año 2015 “Población ecuatorianas y valor del factor Z” en la cual encontraremos exactamente el valor del Z para la parroquia de Atahualpa.

Figura 20*Población ecuatoriana y valor del factor Z*

POBLACION	PARROQUIA	CANTON	PROVINCIA	Z
CALACALI	CALACALI	QUITO	PICHINCHA	0.40
OLMEDO	OLMEDO (PECILLO)	CAYAMBE	PICHINCHA	0.40
ATAHUALPA	ATAHUALPA (HABASPAMBA)	QUITO	PICHINCHA	0.40
SAN JOSE DE MINAS	SAN JOSE DE MINAS	QUITO	PICHINCHA	0.40
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	PICHINCHA	0.40
NANEGALITO	NANEGALITO	QUITO	PICHINCHA	0.40
AYORA	CAYAMBE	CAYAMBE	PICHINCHA	0.40

Nota. Factor Z en función de la provincia, cantón y parroquia. Fuente: NEC-SE-DS, 2015.

Por lo que se espera que la máxima aceleración en roca esperada para un sismo de diseño será un 40% de la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2). Es en base a este parámetro que la normativa discretiza el peligro sísmico.

Tabla 9*Valores del factor Z en función a la zona sísmica adoptada*

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor del Factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.5
Características del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota. Nos permite determinar el peligro sísmico. Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Según lo expresa la norma el suelo en el cual se va cimentar la obra vial se encuentra en una zona V, clasificada como alto peligro sísmico.

5.5.2. Riesgo Volcánico

Podemos definir a riesgo volcánico como la ratificación de que se producirá eventos volcánicos, provocando daños tanto a las estructuras cercanas como a los seres humanos y al medio ambiente.

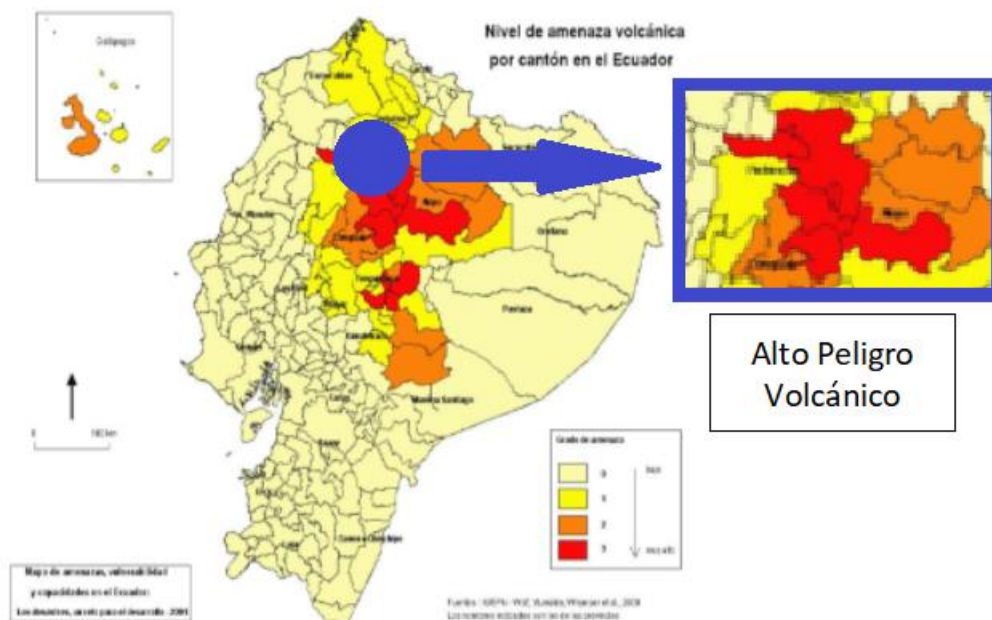
Dentro de estos riesgos tenemos los siguientes **riesgos directos**:

- Coladas de lava: Por lo general es más susceptible cuando se encuentran a faldas de volcán. Se caracteriza por destruir infraestructura y su riesgo aumenta cuando la lava es más viscosa.
- Nubes ardientes: Es una concentración de gases venenosos y ceniza, que conforman nubes a alta temperatura y se mueven a gran velocidad.
- Lahares: Son ríos de barro y grava de gran diámetro que bajan por las laderas de los volcanes, por lo general se producen cuando existen, lluvias torrenciales, desplome de laderas, o fusión de lava volcánica con nieve.

Para una determinación global del peligro sísmico en la zona de estudio utilizaremos un mapa desarrollado por el instituto Geográfico de la Escuela Politécnica Nacional, en el cual podremos observar que la parroquia de Atahualpa perteneciente a la provincia de Pichincha se encuentra ante un alto peligro volcánico debido a su cercanía con el volcán Cayambe, el volcán Cotacachi, Cuicocha y al volcán Imbabura, en donde la población es más propensa a la caída de ceniza.

Figura 21

Mapa de Riesgo Volcánico en el Ecuador

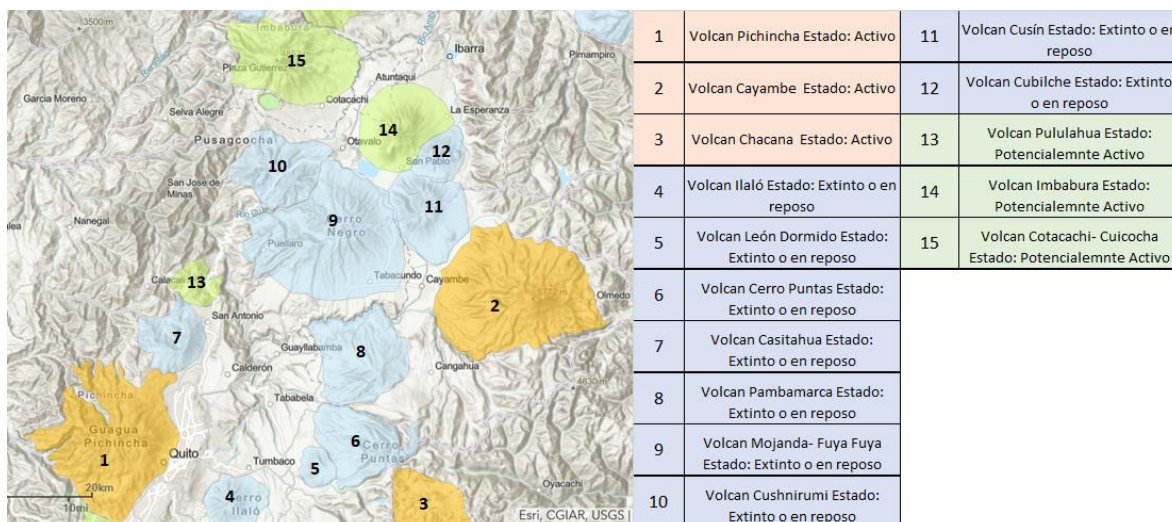


Nota. Mapa en distintas capas de colores indicando el riesgo volcánico. Fuente: IGEPN.

Para una mayor comprensión del riesgo sísmico en el que se encuentra la parroquia rural de Atahualpa tenemos al mapa interactivo que ofrece el Instituto Geográfico de la Escuela Politécnica, en donde se señala los principales cuerpos volcánicos cercanos a la población, es aquí que podemos entender la magnitud del peligro, ya que Atahualpa se encuentra relativamente cerca de 3 volcanes que están en estado activo, 3 volcanes en estado potencialmente activo y 7 volcanes que se encuentran extintos o en reposo.

Figura 22

Mapa de clasificación de Volcanes en el Ecuador



Nota. Se presentan los volcanes con mayor incidencia dentro de la zona de estudio.

Elaborado por: Los autores a través de IGEPN

Bajo lo expresado en la investigación realizada el Gobierno Autónomo descentralizado de la parroquia de Atahualpa en su plan de Ordenamiento Territorial expresan un alto peligro de caída de ceniza de los principales volcanes activos, pero a su vez descartan la posibilidad de peligro debido a deslaves o lahares.

Se destacan los riesgos de tipo volcánico que ocupan un impacto de todo el territorio en cuanto al alcance de la ceniza, siendo el impacto de mayor peligro en la zona norte de la parroquia, al tiempo que la zona se considera de menos peligro. Sin embargo, la parroquia no presenta susceptibilidad de impacto directo de tipo volcánico. (201, pág. 61).

5.5.3. Riesgo Geodinámico.

El riesgo por deslizamientos en invierno es alto dentro de la zona al ser en su materia una composición de cangahua, es susceptible a perder resistencia por presencia o aumento del nivel freático por lo que se debe considerar que en las zonas de taludes con pendientes no

muy pronunciadas, se puedan provocar fallas por deslizamiento o volteo, al estar dentro de cordillera de los andes y verificar el riesgo sísmico del lugar se puede expresar que el lugar de implantación es susceptible a movimientos de tierra por aumento de nivel freático y excitación sísmica, una que se expresado anteriormente en el presente documento que la falla por fracción se encuentra sepultada bajo cangahua. Existe una alta probabilidad que bajo una acción sísmica considerable se pueda activar dicha falla.

Tabla 10

Riesgos Naturales Inherentes al área de Proyecto

Riesgo	Nivel
Sísmico	Alto
Volcánico	Medio- Alto
Geodinámico	Medio- Alto

Nota. Calificación de riesgos naturales. Elaborado por: Los Autores

5.6. Estudios de Suelos

El estudio de la mecánica de suelo tiene como finalidad la determinación de las características y propiedades de los suelos, que servirá de soporte para las capas que conforman la carretera, (*Base, Sub- base, Capa de Rodadura*), así también soportara las cargas debidas al tránsito, en las distintas condiciones climáticas.

De acuerdo HCH Consultores y Consultores, los estudios y expedientes de obra se realizan con base a la información proveniente de calicatas que se ejecutan según los criterios del ingeniero especialista en suelos, y es con estos datos que podremos determinar parámetros como la capacidad portante de los suelos, humedad, porcentaje de material orgánico etc.

Los Estudios efectuados al terreno de fundación (Subrasante), durante la elaboración del estudio y el expediente de obra de la carretera, se realiza con

la información obtenida de las prospecciones de calicatas ejecutadas a un determinado espaciamiento definido por el ingeniero especialista en suelos y pavimentos. Los parámetros determinados como la capacidad portante, índice consistencia, clasificación de suelos, humedad y porcentaje de materia orgánica, están referidos a los suelos encontrados en las calicatas, durante el periodo de evaluación de estudio. (2004, p.1).

Dentro de un estudio de carreteras uno de los pilares importantes es el de la mecánica de suelos, proporcionando las características que posee la Rasante, Sub rasante, Base, Sub base y taludes de la vía. Es aquí, donde observaremos la existencia de problemas sobre el suelo de cimentación, y podremos realizar la selección de materiales para la conformación de la vía, es gracias a estos estudios que podremos obtener un diseño de la estructura vial.

5.6.1. Estudios en Campo.

Estudios realizados In Situ, en este apartado se expresan todas aquellas actividades que se realizaran en el sitio de implantación, con el objetivo de verificar tanto propiedades mecánicas del lugar, así como extracción de muestras para su caracterización mecánica dentro de un laboratorio de suelos.

Dentro del proyecto se pretende realizar:

- Extracción de muestras.
- Ensayo DCP.

5.6.1.1. Extracción de Muestras

Para la exploración del suelo de cimentación se realizarán calicatas ubicadas a una distancia de separación de aproximada de 600 metros, cada una llegando a una profundidad

de 1.5 metros, con el objetivo de despreciar el primer estrato contaminado con suelos orgánicos y que no representan la resistencia del terreno.

Según expresa Das en su libro Fundamentos de Ingeniería Geotécnica los espaciamientos entre sondeos dependen de las condiciones del subsuelo, en casos donde se encuentran estratos más o menos uniformes y predecibles, el número de sondeos deberá ser menos. (B. Das, 2012, pág. 76).

De igual manera el autor nos ofrece un guía de distintas separaciones dependiendo del tipo de trabajo que se realizara.

Tabla 11

Espaciamientos aproximados de perforaciones

Edificio de muchos pisos	10-30
Plantas industriales de un piso	20-60
Carreteras	250-500
Subdivisión residencial	250-500
Presas y diques.	40-80

Nota. Espaciamientos propuestos por Braja Das. Elaborado por: Los Autores

En el proyecto se ha decidido extender la consideración expresada por Das, bajo los siguientes criterios:

- **La geología del lugar.** - según lo expuesto en el análisis geológico de la zona de implantación, los suelos predominantes son de tipo cangahua y arenas con presencia de gravas.
- **Visita técnica.** - Después de una visita en la zona del proyecto, se puede apreciar que los taludes presentan estratos similares a lo largo de la apertura, lo que nos

indicaría un terreno de características homogéneas, sin importantes cambios en su conformación.

Es en base a las consideraciones expuestas anteriormente que se ha decidido realizar únicamente 3 calicatas de exploración, ya que el suelo del lugar presenta características similares, tanto de manera visual como al tacto, ya que tras un ensayo de campo, como es la verificación del límite plástico se ha comprobado que los suelos no presentan una plasticidad aparente, cosa que se verificara en el laboratorio.

Figura 23

Conformación de la Calicata 0+000



Nota. Excavación de calicata a 1.5 metros de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

Figura 24

Conformación de la Calicata 0+500



Nota. Excavación de calicata a 1.5 metros de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

Figura 25

Conformación de la Calicata 1+500



Nota. Excavación de calicata a 1.5 metros de profundidad. Elaborado por: Los Autores.

5.6.2. Estudios de laboratorio.

Los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos nos permiten tener una caracterización física y del comportamiento del suelo, dichos estudios permitirán complementar los trabajos realizados en campo y los resultados obtenidos permitirán realizar el diseño de la estructura vial.

5.6.2.1. Estudios Característicos

- Contenido de Humedad.
- Análisis Granulométrico por tamizado.
- Límites de consistencia “Atterberg”.
 - Limite líquido.
 - Limite plástico.
- Clasificación de suelos AASHTO

5.6.2.1.1. Contenido de Humedad

Podemos definir al contenido de humedad como la razón porcentual entre la masa de agua contenida en el suelo, con respecto al material solido o masa seca de suelo.

$$\%w = \frac{\text{Masa de agua}}{\text{Masa seca de suelo}} * 100$$

La normativa ASTM D 2216 permite la medición del contenido de humedad de especímenes de suelos y roca, ofreciéndonos los pasos a seguir para la determinación de este parámetro.

5.6.2.1.2. Análisis granulométrico por tamizado

Este ensayo consiste en obligar a una muestra de suelo a atravesar un conjunto de tamices, los cuales son graduados y normados, con el objetivo de cuantificar las cantidades de suelo retenidas en los distintos tamices.

La ASTM D 422 nos ofrece las instrucciones necesarias y para el análisis granulométrico por tamiz y en casos donde las cantidades de suelo que pasen por el tamiz No 200 sea significativo nos instruye de la realización de una granulometría por hidrómetro.

Podemos distinguir dos tipos de tamizados para muestras de suelo donde los finos no son una porción representativa:

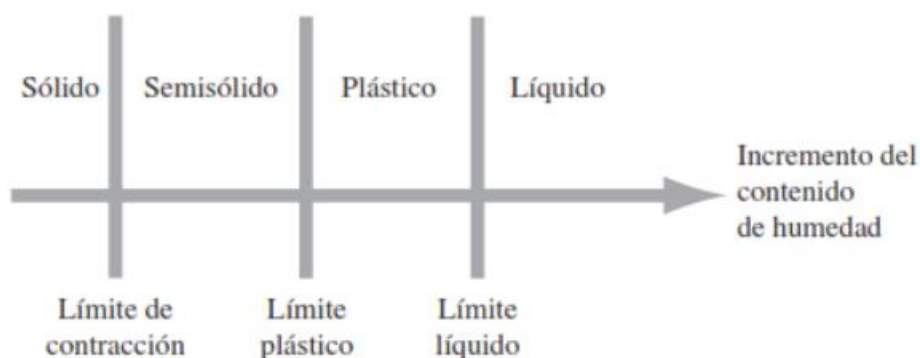
- Tamizado por lavado (para suelos cohesivos presencia de limos y arcillas)
- Tamizado en seco (para suelos granulares con poca presencia de limos y arcillas).

5.6.2.1.3. Límites de consistencia.

Propuesto por primera vez por el Científicos Albert Atterberg en el año de 1900, consiste en diferenciar las barreras o límites que posee el suelo bajo el contenido de agua que este presenta y de esta manera se pudo diferenciar 3 límites primordiales que separan 4 estados del suelo en base a su contenido de humedad.

Figura 26

Límites de consistencia



Nota. Se presencian los estados del suelo en función al aumento del contenido de unidad.

Fuente: Braja Das Fundamentos de ingeniería geotécnica.

- **Limite Plástico (LP).** – Se define como la frontera entre el estado semisólido y el estado plástico. La ASTM en su normativa D 4318 no indican los parámetros y procedimientos estándar para la determinación del límite plástico.
- **Limite Líquido (LL).** – Establece la frontera entre un suelo en estado plástico a un suelo con comportamiento de flujo viscoso. La ASTM en su normativa D 4318 nos indica los parámetros y procedimientos estándar para la determinación del límite líquido.

5.6.2.1.4. Clasificación de suelos

Los suelos pueden ser clasificados dentro de grupos o subgrupos siempre que compartan características mecánicas y sus comportamientos similares dentro de la ingeniería. Es por esto que dentro de la ingeniería especializada en vías las clasificaciones principales son la SUCS y la AASHTO.

Braja Das en su libro Fundamentos de ingeniería geotécnica nos expresa que:

En la actualidad, dos elaborados sistemas de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos son comúnmente utilizados para aplicaciones ingenieriles. Se trata del American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (pág. 78, 2015).

- **SUCS**

El sistema unificado de clasificación de suelos SUCS propuesta por Dr. Casagrande, es uno de los sistemas más utilizados en la actualidad dentro la ingeniería. Este sistema esta normalizado por el ASTM D-2487, ofreciéndonos los pasos a seguir para realizar la clasificación.

- **AASHTO**

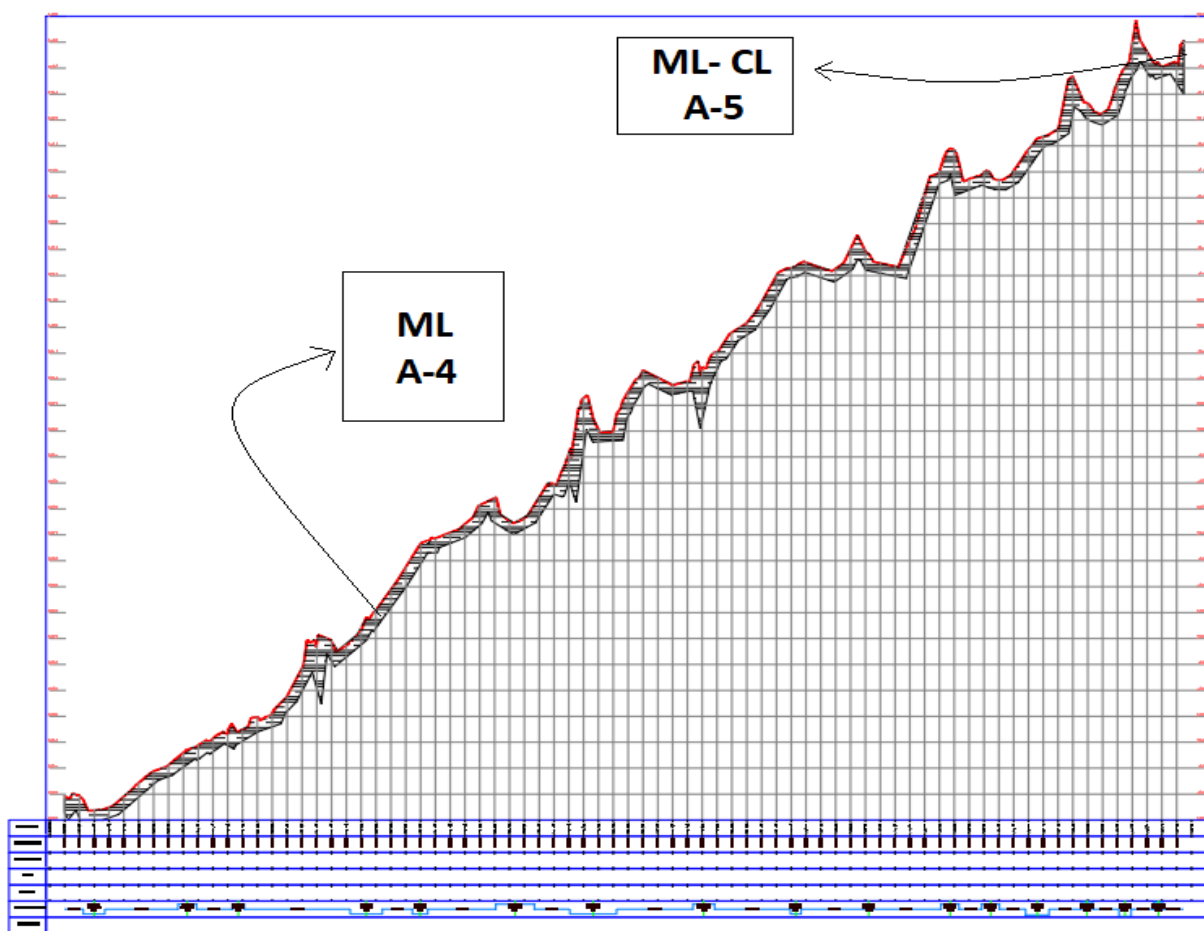
El sistema de clasificación de administración de carreteras AASHTO por sus siglas en inglés, es sistema predilecto dentro de la ingeniería civil especializada en vías, esta normado por la ASTM D- 3282.

Ambas normativas ofrecen subdividir al suelo basados en sus características físicas como los son su tamaño de grano y contenidos de humedad.

Nota. – Dentro del proyecto se ha tomado en cuenta que los suelos obtenidos de la calicata a abscisa 0+500, 1+500, son no plásticos basados en el inciso 10.2.1 de la ASTM D-3282, el cual nos expresa que el material típico de este grupo son limos no plásticos o moderadamente plásticos por lo general con el 75% o más pasando por el tamiz No 200. verificar **ANEXOS 7**.

Figura 27

Estratigrafía de la vía



Nota. Se expresan que a lo largo de la vía el suelo predominante es un limo de baja compacidad ML. Elaborado por: Los Autores.

5.6.2.2. Ensayos de Comportamiento.

Busca verificar el comportamiento de suelo ante las cargas actuantes de la estructura de tránsito, además verificar las limitantes que el suelo posee para tomar acciones o decisiones ingenieriles que permitan un diseño de la estructura vial sea optimo y funcional.

5.6.2.2.1. Ensayo Proctor modificado

El objetivo de compactar un suelo es encontrar la humedad apropiada denominada humedad óptima para alcanzar la densidad seca máxima, con la finalidad de aumentar la resistencia de dicho suelo, y de este modo aumentar su capacidad de carga.

El ensayo o prueba de compactación Proctor modificado se realiza bajo la normativa ASTM D 1557, en la cual es necesario utilizar un molde de volumen de 943.3 cm³, donde el suelo se lo compacta en 5 capas con un martillo de 44.5N, el cual cae a una altura de 457.2mm y 25 golpes por capa.

Figura 28

Especificaciones Prueba Proctor Modificado

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm ³	943.3 cm ³	2124 cm ³
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m ³	2696 kN-m/m ³	2696 kN-m/m ³
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm). Puede ser utilizada si 20% o menos del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 es más de 20% y 20% o menos del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si más de 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y menos de 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Nota. Se expresan diferentes tipos de metodologías para realizar el ensayo, en base a lo retenido en el tamiz No 4. Fuente: Braja Das.

Figura 29

Martillos y Molde



Nota. Equipo para Proctor estándar y modificado. Fuente: Brajas Das.

Los trabajos de compactación en nuestro país son controlados bajo dos niveles de energía principales conocidos como Proctor estándar y Proctor modificado. La aplicabilidad de cualquiera de estos métodos depende de la importancia de la obra. Debido a que el Proctor modificado tiene una mayor energía de compactación que el estándar, este se aplica a obras de mayor importancia como bases, subbases y subrasantes de vías. (Torres, H.).

Para el proyecto se ha realizado el ensayo Proctor Modificado por el método C, ya que el laboratorio que presta los servicios posee:

Figura 30

Instrumentos del Laboratorio

Instrumentos	Calibración	
Martillo	10	lb
Volumen del molde	2.133	cm ³

Nota. Instrumentos del laboratorio donde se realizó el ensayo Elaborado por: Los Autores.

Verificar los resultados de los ensayos de compactación en los **ANEXOS 8**.

5.6.2.2.2. Ensayo CBR

El ensayo CBR consiste básicamente en compactar una porción de suelo en unos moldes normalizados, sumergirlos en agua y aplicar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón normalizado. Se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firme, explanadas, así como en la clasificación de terrenos. Cabe mencionar que cuando un suelo posee un CBR muy bajo no es apto para la construcción o diseño de vías, por lo tanto, para poder edificar hay que realizar un proceso de estabilización, con la finalidad de aumentar su capacidad de resistencia.

El Ensayo CBR en laboratorio, está constituido por un proceso de tres fases, correspondientes al moldeo y compactación (utilizamos tres moldes), saturación de los moldes, y la medición de cargas aplicadas para diferentes penetraciones.

Los cálculos que se realizan para la obtención del CBR% del material, están en función de la determinación del esfuerzo aplicado para las penetraciones de 0.1” y 0.2” en relación con los esfuerzos patrones descritos por la norma ASTM D 1883, y expresado en porcentaje. Posteriormente se debe relacionar la “densidad seca máxima” compactada al 95% (modificado, norma ASTM D 1557) con los resultados del CBR% a 0.1” y 0.2”. Resultados

de los cuales se debe escoger un solo CBR en función de la cercanía o distanciamiento de los resultados, basado en los requerimientos de la norma ASTM D 1883.

Para Lozada J. en su tesis previo a la obtención del título de grado, podemos clasificar a los diferentes tipos de suelos basados en su índice californiano CBR

Tabla 12

Clasificación de suelos en base 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	Sub base buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

Nota. De expresan los tipos de suelo basados en su CBR. Fuente: Lozada J.

A continuación, se expresan los resultados obtenidos en el laboratorio, verificar

ANEXOS 9.

Tabla 13

CBR obtenidos del proyecto

Estación	CBR	Clasificación
0+000	10	Subrasante Mala
0+700	8.2	Subrasante Mala
0+1500	9	Subrasante Mala

Elaborado por: Los Autores.

El cálculo del CBR de diseño se lo realiza obteniendo el porcentaje acumulado de cada CBR obteniendo como resultado el percentil 85.

$$CBR_{85\%} = CBR_{66.66\%} + \frac{P_{CBR\ 85\%} - P_{CBR\ 66.66\%}}{P_{CBR\ 100\%} - P_{CBR\ 85\%}} (CBR_{100\%} - CBR_{66.66\%})$$

En base a la expresión presentada anteriormente se procede a calcular el CBR con un 85 por ciento de probabilidad de excedencia.

Tabla 14

Cálculo del CBR al percentil 85

Estación	CBR	CBR Ordenado	% Acumulado	Percentil 85%
0+000	10	10	33.3333333	
0+700	8.2	9	66.6666667	8.02
0+1500	9	8.2	100	

Nota. CBR al 85 por ciento de probabilidad de excedencia. Elaborado por: Los Autores.

El valor del CBR adoptado para el diseño de cualquier estructura de soporte será de 8.02%, el cual según lo expresa Montalvo. M en su tesis diseño de estructuras de pavimento hidráulicos y asfálticos:

El suelo por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.6 metros, deberán ser suelos adecuados y estables con CBR mayor o igual a 6%. En caso de suelos, debajo del nivel superior de la rasante, tenga un CBR menor al 6% (subrasante pobre o inadecuada), corresponde estabilizar los suelos para lo cual se analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geo sintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazado vial. (pág. 6, S.F).

Lo que nos indica que el suelo en una primera instancia es apto para soportar el flujo vehicular, dato que será evaluado en el apartado de diseño de pavimentos.

5.7. Fuente de Materiales.

La fuente de materiales nos indica el lugar o zona en la cual se obtendrán los materiales que serán utilizados para la construcción de la estructura del pavimento (Base, Sub base o mejoramiento). Se ha estudiado la Mina Pucará Ubicada en San José de Minas.

Figura 31

Ubicación de la mina Pucará.



Nota. Se indica la mina de donde se obtendrán los materiales. Elaborado por: Los Autores a través de Google Earth

La mina pucará, se encuentra ubicada a 33 kilómetros de distancia del proyecto, y gracias a los ensayos realizados por el GAD descentralizado de la parroquia de San José de Minas, podemos obtener los resultados del ensayo de abrasión y el ensayo granulométrico.

Según los ensayos realizados por la Dirección de Gestión de Fiscalización, se expresa que:

Tabla 15*Granulometría de agregado grueso*

TAMIZ mm	P. RETENIDO ACUMULADO	P. RETENIDO	P. PASA
80	0	0	100
63	0.905	2	98
50	2.192	6	94
40	5.279	14	86
25	11.456	31	69
20	16.119	44	56
12.5	20.918	57	43
10	23.255	63	37
5	27.223	74	26
Pasa 5	9.531	26	74
TOTAL	36.754		

Nota. Se expresa el agregado antes del tamiz N° 4. Elaborado por: Los Autores.

Para el cálculo del agregado fino y de los finos se ha realizado una granulometría por lavado, con un porcentaje del material sobrante con el cual realizando una corrección por peso.

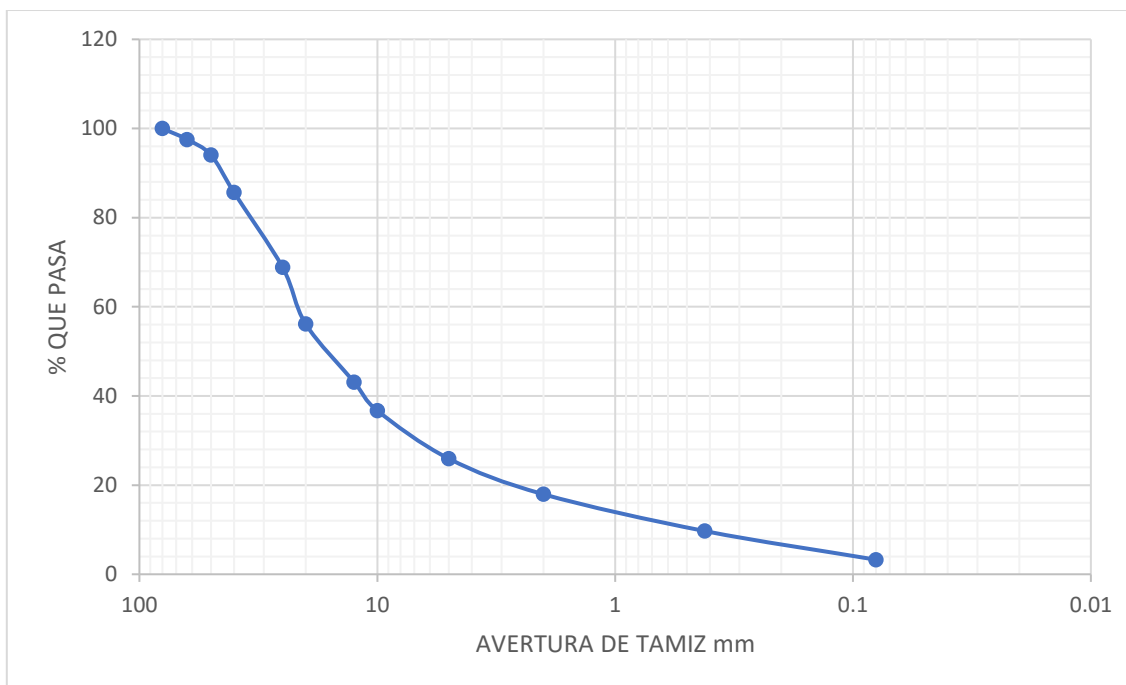
Tabla 16*Granulometría de agregado fino*

TAMIZ mm	P. RETENIDO ACUMULADO	P. RETENIDO	P. PASA
2	154	8	18
0.42	313	16	10
0.08	437	23	3
FONDO	63	3	23
TOTAL	500		

Nota. Se expresa el agregado que pasa del tamiz N° 4. Elaborado por: Los Autores.

Figura 32

Curva granulométrica



Fuente: Gobierno autónomo descentralizado de Pichincha.

Mientras que el ensayo de abrasión arrojó los siguientes resultados:

Tabla 17

Resultados ensayo de Abrasión

Ensayo de Abrasión	
Peso original gr	5000
Peso retenido en tamiz N°12 gr	2814
Peso retenido en tamiz N°12 gr	2186
Gradación	A
% DESGASTE	44

Fuente: GAD provincia de Pichincha

Verificar resultados del laboratorio de suelos en los **ANEXOS 10**.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DEL TRÁFICO

6.1. Alcance

El estudio de tráfico como parte para el diseño de la propuesta de mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho tiene como finalidad recopilar y analizar información acerca de la cantidad y tipos de vehículos que circulan diariamente por una vía cercana a la de estudio, debido a que actualmente en la vía existe poco o nulo tráfico de vehículos, además se deberá proyectar estos resultados para una vida útil y con una funcionalidad de 20 años.

También los resultados de este estudio permitirán clasificar la vía de acuerdo a la norma vigente de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

La zona de estudio es ganadera, agrícola y florícola de gran importancia en la región, por lo que es necesario tener en cuenta que este estudio deberá considerar que la vía facilitará el intercambio de productos en el sector, además que tendrá un mayor incremento vehicular y crecimiento en su economía local.

Después de obtener la proyección de cantidad de tráfico se transformarán los valores a un número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas ESALS'S ("Equivalent Simple Axial Load"), con lo que se determinará la magnitud de la carga vehicular a la que será sometido el proyecto y permitirá crear alternativas para el diseño de la vía.

6.2. Metodología

Para la realización del estudio que tiene como objetivo conocer el nivel de tráfico existente, se tienen diferentes métodos de conteo vehicular, entre los que menciona la MOP 2003 tenemos conteos manuales y automáticos, a continuación, se describe cada uno de ellos:

- ✓ *Manuales*: En este conteo se emplea recursos humanos para realizar el conteo vehicular de una vía, por lo que se podrá realizar una clasificación adecuado vehicular, pero se debe tener en consideración que puede existir errores de visualización al momento del conteo en flujos altos de tráfico y mayor exactitud cuando no existe una cantidad de tránsito de vehículos.
- ✓ *Automáticos*: Este método utiliza detectores automáticos que permiten conocer el volumen del tráfico total, los equipos siempre deben ser calibrados para evitar errores, por lo que su principal ventaja es que se pueden obtener datos precisos en cuanto a la cantidad de vehículos que transitan en una determinada vía, pero no se tiene una adecuada clasificación de los vehículos.

Para el proyecto se decidió realizar conteos Manuales en una vía paralela cercana a la vía San Luis de Aloguincho que parte desde la Parroquia Rural Atahualpa y se plantea llegue a la comunidad de Aloguincho, el tramo No 2 (1+882-3+382) de estudio ya se encuentra habilitado, pero se debe mencionar que no existe afluencia de vehículos por lo que el tramo No 1 (0+000-1+882) no está habilitado. Debido a esto se tomó una vía de similares características para realizar el conteo.

En la metodología del proyecto se planteó realizar las siguientes etapas:

- 1) *Planificación*: En esta etapa se realizará el reconocimiento de campo y se identificará la implantación de estaciones de conteo, días que se efectuará el conteo y transporte.
- 2) *Selección*: Se determinarán los recursos humanos y materiales a utilizarse para el conteo, tal como elaboración de formularios y hojas de conteo.

- 3) Recolección de datos: Se obtienen los datos necesarios para la realización del estudio de tráfico.
- 4) Procesamiento de datos: En esta etapa se efectuará la tabulación de datos para su respectivo análisis.

6.3. Estaciones de conteo

El estudio de tráfico se elaboró en base a conteos manuales clasificados, para lo que se situó una estación de conteo en la parada denominada “La Florida” ubicada en la calle A, que cuenta con las siguientes coordenadas:

Tabla 18

Coordenadas de Estación de conteo “La Florida”

SISTEMA	COORDENADAS
Estación de conteo “La Florida”	
UTM-WGS 84	793794.761 E 15192.646 N 17N
Altitud	2372 (m)

Nota Las coordenadas se obtuvieron en campo. Elaborado por: Los Autores

Para la selección de la estación de conteo se tomó en consideración lo siguiente:

- Evitar tramos con pendientes pronunciadas para facilitar la visibilidad para el conteo de vehículos.
- Verificar caminos de acceso que puedan provocar que los vehículos se desvíen y ocasionen una toma de datos errónea.
- Identificar los sentidos de la vía para este caso tenemos sentido Norte-Sur, y Sur-Norte.

Figura 33

Figura 35

Estación de conteo "La florida", sentido Sur -Norte



Nota. Se distribuye a una persona por cada sentido. Realizado por: los Autores.

Figura 36

Estación de conteo "La florida", sentido Norte-Sur



Nota. Se distribuye a una persona por cada sentido. Realizado por: los Autores

6.4. Conteos volumétricos de tráfico

6.4.1. Caracterización del tráfico

Es necesario realizar una caracterización de los vehículos que van a circular en la vía, para conocer el tipo de tránsito vehicular debemos tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Motos: vehículos motorizados de dos ruedas, puede transportar hasta dos personas.
- Vehículos Livianos: Corresponden a los vehículos que no tienen doble llanta en el eje trasero.
- Buses: Vehículo destinado al transporte de pasajeros, con un espacio interno para la circulación de pasajeros (corredor central) El número de plazas puede ser hasta 90. (NTE 2656:2012, p.7.)
- Camiones: Vehículos automotores concebido y construido para el transporte de mercancías mediana y pesada, cuya cabina no está integrada en el resto de la carrocería. (Sánchez E., p.11)

Para el estudio se va contabilizar el número de motos que transitan, pero no serán tomadas en cuenta para el cálculo.

6.4.2. Tabla Nacional de pesos y dimensiones

Los vehículos poseen diferentes características para su operación, por lo que también varían los tamaños y pesos, razón por la cual el Ministerio de Transporte y Obras Públicas con la finalidad de regular esto, establece la Tabla Nacional de pesos y dimensiones, la misma que clasifica a los vehículos de acuerdo a estas características.

En la siguiente tabla se presentan los vehículos que se encuentran mencionados en el formulario de conteo vehicular.

Figura 37

Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10

Nota Se clasificaron los vehículos conforme a la tabla nacional de pesos y dimensiones
Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2016.

6.4.3. Resumen de conteo

Para obtener el volumen de tráfico en la vía estudiada, se realizó la recopilación de información durante 7 días por 12 horas, esta información detallada consta en el *Anexo 6*, a continuación, se presenta una tabla de resumen de datos de conteo de la estación

Tabla 19

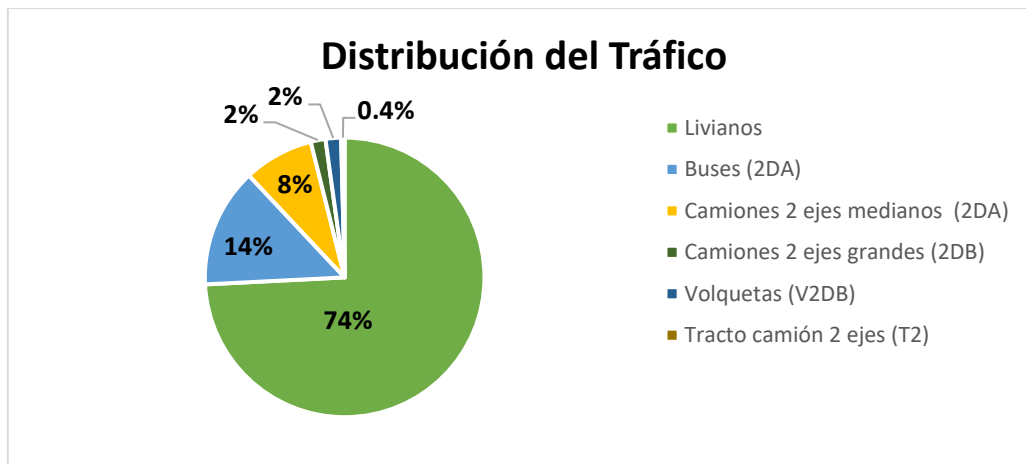
Resumen de Conteo Vehicular Atahualpa

Fecha	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes		Camiones 2 ejes		Volquetas (V2DB)		Tracto camión 2		Total por día (sin contar motos)
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
Lunes, 15/11/2021	51	63	95	77	17	17	17	9	3	2	4	5	2	2	250
Martes, 16/11/2021	55	71	105	82	16	18	15	11	1	0	3	5	1	1	258
Miércoles, 17/11/2022	49	40	79	61	16	17	7	9	0	1	2	2	0	0	194
Jueves, 18/11/2022	56	48	84	81	14	15	4	7	1	2	2	2	0	1	213
Viernes, 19/11/2023	62	49	87	115	15	18	16	13	5	4	2	2	0	0	277
Sabado, 20/11/2023	45	60	91	127	17	22	10	10	3	2	0	0	0	0	282
Domingo, 21/11/2024	49	49	100	81	18	15	7	3	4	1	0	1	0	0	230
TOTAL SEMANAL	367	380	641	624	113	122	76	62	17	12	13	17	3	4	1704

Nota Se clasificaron los vehículos conforme a la tabla nacional de pesos y dimensiones
Elaborado por: Los Autores.

Figura 38

Gráfico de Distribución del Tráfico Atahualpa



Nota Se indica el gráfico de distribución del tráfico en porcentajes. Elaborado por: Los Autores

Debido a la presencia de volúmenes altos de vehículo se ha decidido verificar y validar los datos obtenidos de nuestra estación, realizando una comparación con los datos del conteo realizado por el equipo de diseño de la primera etapa de la vía, la cual empieza desde el barrio de San Luis de Aloguincho.

Tabla 20

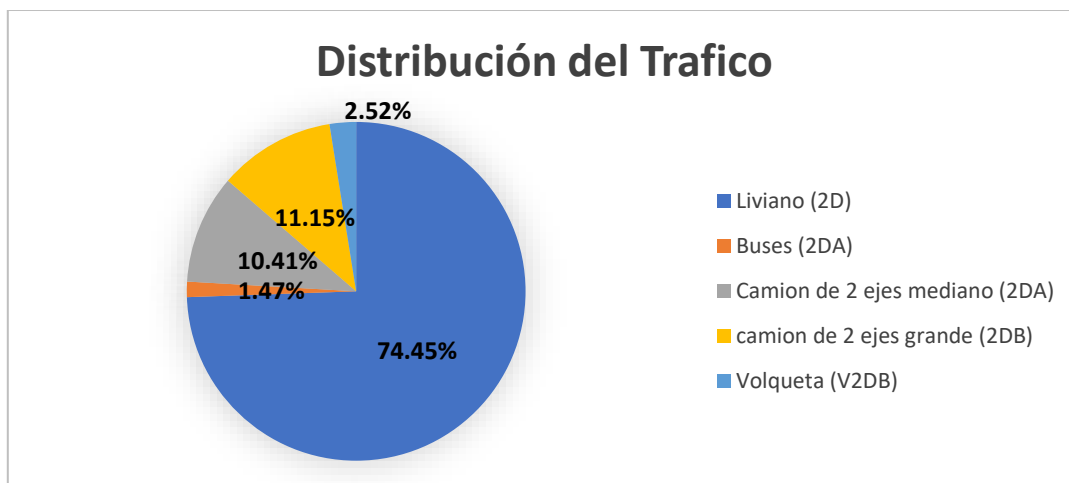
Resumen de Conteo Vehicular Primera etapa de la vía

Fecha	Motos	Livianos	Buses (2DA)	Camiones (2DA)	Camiones (2DB)	Volquetas (V2DB)	Total (sin contar motos)
Lunes, 15/11/2021	69	87	2	10	14	3	116
Martes, 16/11/2021	54	105	3	8	9	3	128
Miércoles, 17/11/2022	70	109	3	11	14	4	141
Jueves, 18/11/2022	56	104	3	12	21	7	147
Viernes, 19/11/2023	74	103	2	14	21	4	144
Sábado, 20/11/2023	61	102	1	22	11	3	139
Domingo, 21/11/2024	52	98	0	22	16	0	136
TOTAL, SEMANAL	436	708	14	99	106	24	951

Nota Se presenta el resumen de vehículos del conteo Elaborado por: Cando. D y Pillajo. C.

Figura 39

Gráfico de Distribución del Tráfico Primera etapa de la vía



Elaborado por: Cando. D y Pillajo. C.

Como podemos apreciar existe una variación entre datos recopilados en Atahualpa y los datos recopilados en la entrada de San Luis de Aloguincho que ronda el 56% en el número total de vehículos, lo que nos expresa que los datos obtenidos desde nuestro punto de control pueden verse afectados debido a desvíos o cambios de ruta, por lo que para validar nuestro conteo se ha tomado en cuenta factores como el número de habitantes económicamente activos, tanto de Atahualpa como de Aloguincho, debido a que uno de los ejes principales para el diseño de esta vía es mejorar el intercambio comercial entre estos dos sectores.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Atahualpa alrededor 440 pobladores se dedican a actividades como, la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, lo que representa el 52.32% de su población económicamente activa mientras que para la parroquia de Puéllaro 1464 personas se dedican a dicha actividad lo que representa el 62% de su población económicamente activa. Basado en estos datos podemos deducir que la población económicamente activa de Atahualpa tan solo representa el 30% de la población

económicamente activa de Puéllaro, por lo que nuestro conteo de automotores debe verse afectado, ya que más del 50% de los automóviles no se dedican a labores agrícolas y es baja la probabilidad que transiten por la vía que se planea implementar. Es por dicha razón que se decidió trabajar con los datos proporcionados por los diseñadores del primer tramo de la vía ya que sus datos se ajustan más a la realidad económica que se puede producir entre Atahualpa y el barrio de San Luis de Aloguincho.

6.5. Determinación de Tráfico promedio diario anual –TPDA

Se utiliza un mecanismo para determinar el tipo y número de vehículos que circulan por la vía estudiada, datos que se obtienen del conteo manual clasificado que se efectuó durante 7 días por 12 horas, a estos datos se denominan volumen del tráfico promedio anual cuya abreviatura es el TPDA.

La Norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 estipula que para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

En vías de dos sentidos de circulación se considerará el volumen de tráfico en las dos direcciones, generalmente el número de vehículos es semejante en los dos sentidos de circulación al final del día.

Se realizó el análisis considerando el volumen de tráfico de los dos sentidos, pero se tiene identificado que los datos corresponden a cada sentido, para evitar posibles errores en cálculos posteriores.

Para la determinación del TPDA se tomará en cuenta un factor noche o de expansión, tasa de crecimiento vehicular de la provincia, y un factor mensual dependiendo de la fecha de realización del conteo, estos datos se encuentran en tablas proporcionadas por el

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, lo que permitirá realizar una proyección del tránsito a futuro del sector.

6.5.1. Trafico promedio diario horario

Se define al tráfico promedio diario horario con su abreviatura TPDO, como la relación entre el número de vehículos que transitan en un determinado periodo y el número de días de este periodo.

$$TPDO = \frac{\text{Total de vehiculos contabilizados 7 dias, 12horas}}{\text{Número de dias de conteo}}$$

$$TPDO = \frac{951 \text{ vehiculos}}{7 \text{ dias}}$$

$$TPDO = 136 \frac{\text{veh}}{\text{dia}}$$

6.5.2. Trafico promedio diario semanal

El volumen de tráfico promedio diario semanal es el número de vehículos que pasan por una vía en un periodo de una semana, debido a que el conteo se realizó solo por 12 horas es necesario aplicar un factor de expansión, datos que se obtuvieron de información proporcionada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

$$TPDS = TPDO * Fe$$

$Fe = 1.05$ Dato proporcionado por el MTOP

$$TPDS = 136 * 1.05$$

$$TPDS = 143 \frac{\text{veh}}{\text{dia}}$$

6.5.3. Trafico promedio diario mensual

El Trafico promedio diario mensual o TPDM consiste en cuantificar el número de vehículos que pasan por un determinado punto de una vía en un tiempo de un mes, su valor se halla representado por el aumento del factor de ajuste semanal.

$$TPDM = TPDS * Fs$$

— **Factor semanal:** El factor de ajuste semanal, transforma un volumen semanal a un volumen promedio mensual. La determinación de este factor no es más que la razón entre el número de semanas de un mes de N días y 4 semanas de referencia

$$Fs = \frac{n^{\circ} \text{ de semanas en un mes}}{4}$$

Mes de Noviembre= 4.29 semanas

$$Fs = \frac{4.29}{4}$$

$$Fs = 1.07$$

$$TPDM = 143 \times 1.07$$

$$TPDM = 153 \frac{veh}{dia}$$

6.5.4. Trafico promedio diario anual

El TPDA es la cuantificación del volumen de tráfico en las 24 horas del día, durante los 365 días del año, siendo este el primer objetivo del estudio de tráfico ya que este permite

estimar el tráfico al que va dar servicio la vía. Este valor se lo puede determinar con la ayuda de un factor de variación mensual.

- **Factor mensual:** es un coeficiente de modificación que nos permite transformar el volumen de tránsito mensual promedio o TPDM en TPDA, dicho factor se puede obtener en base a estaciones de peaje que cuantifican el volumen en todo un año o información sobre el consumo de combustible, o en casos de escasos de datos es válido la utilización de vehículos matriculados.

Tabla 21

Factor de incidencia mensual

FACTOR MENSUAL	
MESES	FACTOR
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.056
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.913
Noviembre	0.869
Diciembre	0.878

Fuente Departamento de la Dirección de estudios de MTOP,

$$TPDA = TPDM * Fm$$

$$TPDA = 153 * 0.869$$

$$TPDA = 133 \frac{veh}{dia}$$

6.6. Proyección actual del tráfico

Para diseñar o realizar el mejoramiento de una vía nueva o ya existente, se realiza el diseño tomando en cuenta el tránsito en la zona de estudio. Por lo que se espera, que el desempeño del proyecto sea optimo hasta el último año de vida de la vía, para que esto sea posible se realiza una determinación del tránsito futuro.

El tránsito futuro trata de una predicción del tráfico promedio diario anual TPDA, que circulara por la vía durante la vida útil del proyecto basados en el tráfico actual. Los diseños se establecen bajo una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y crecimiento del tráfico por desarrollo. (MOP, 2003, p.20).

Según lo expresa el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP se puede realizar una clasificación de la carretera según el grado de importancia basados en el volumen de tráfico. (MOP, 2003, p.20).

En base a la normativa MOP se ha establecido 20 años como vida útil para el presente proyecto. Al carecer de información estadística la proyección del tráfico se la realiza empleando la siguiente expresión:

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{actual} \times (1 + i)^n$$

Donde:

i= Tasa de crecimiento anual

n= Número de años proyectados

Gracias a los estudios realizados por el gobierno autónomo descentralizado de la provincia de pichincha podemos conocer la tasa de crecimiento del parque automotor.

Tabla 22

Tasa de crecimiento provincia de Pichincha

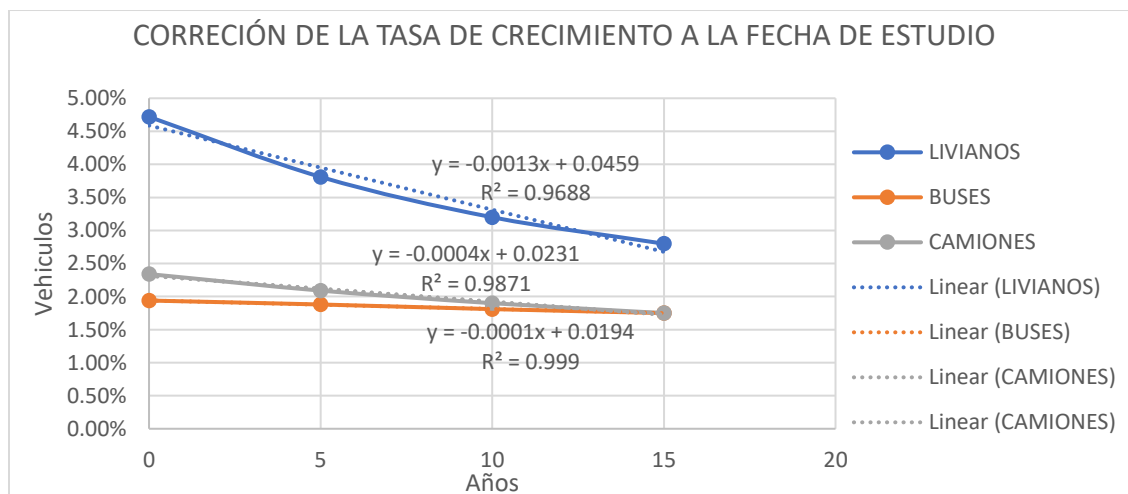
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2021-2025	3.81%	1.88%	2.09%
2026-2030	3.20%	1.81%	1.90%
2031-2035	2.80%	1.75%	1.75%

Nota. Presente la tasa de crecimiento del parque automotor. Estudio para el Noroccidente de Pichincha. Recuperado: Tesis de grado Almaluisa F, Quezada F.

Debido a la limitación de datos de tasas de crecimiento es imperativo realizar una extrapolación de datos proponiendo un modelo matemático que satisfaga la tendencia de dichos datos. Por lo que se ha propuesto distintos modelos por cada tipo de vehículo.

Figura 40

Modelos matemáticos para Tasas de Crecimiento actual



Nota. Se expresan los distintos modelos de tendencia discretizado por el tipo de vehículo. Elaborado por: Los Autores.

Con base a los datos obtenidos del coeficiente de correlación R^2 podemos intuir de manera natural que, para el caso de, camiones y buses el modelo más ajustado es un modelo

lineal decreciente, pese a que intuitivamente un modelo de tipo polinomial puede ajustarse de mejor manera a la tendencia de crecimiento de los vehículos livianos, se ha decidido utilizar un modelo lineal ya que concuerda con los demás vehículos y su coeficiente de confiabilidad es alto.

Como lo expresa Galindo en su libro Estadística métodos y aplicaciones, el coeficiente de determinación puede ser utilizado como medida de bondad de ajuste ya que si $R^2=1$ el ajuste es perfecto y cuando $R^2=0$ no existe ajuste (Galindo, 2015, p. 322.).

En base a lo expresado anteriormente se tiene los nuevos valores de tasa de crecimiento.

Tabla 23

Tasas de crecimiento de la provincia de Pichincha

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2021-2025	4.72%	1.94%	2.34%
2026-2030	3.81%	1.88%	2.09%
2031-2035	3.20%	1.81%	1.90%
2036-2039	2.80%	1.75%	1.75%
2040-2044	1.99%	1.74%	1.51%

Nota. Se expresan los nuevos valores de tasa de crecimiento extrapolados para alcanzar la vida útil del proyecto. Elaborado por: Los Autores.

6.6.1. Tráfico generado (Tg)

El tráfico generado o Tg hace referencia a los viajes vehiculares, distintos a los del transporte público, los que se producen únicamente por la presencia de la nueva vía. (Méndez, 2009, p.26.).

Es de esta manera que podemos definir al tráfico generado como un incremento porcentual al número de viajes habituales, o de otra manera un incremento al TPDA de la vía, por lo general este aumento del tráfico se da dentro de los dos primeros años de

funcionamiento total de la vía nueva, o mejorada. En el Ecuador no se dispone de un estudio del comportamiento del tráfico generado por lo que el MTOP ha propuesto un límite de incremento por tráfico generado igual al 20% del tráfico para el primer año de operación. (MOP, 2003, p.20).

Según lo establece la normativa AASHTO del año 93 el tráfico generado puede variar entre un 5 a 25% del tráfico actual, por lo que para el presente caso de estudio se ha preferido seleccionar un porcentaje de tráfico generado igual al 10%, tomando en cuenta que el TPDA ha sido tomado en una vía diferente a la de estudio, esto debido a que la vía no es transitable actualmente, y la estación de estudio posee un tráfico considerable.

6.6.2. Trafico desarrollado (TD)

Es el tráfico que se produce debido a un aumento económico dentro del área del proyecto. Este componente puede aumentar a través del tiempo, incluso durante toda la vida útil del proyecto, es por esto que su uso se toma en cuenta a partir del funcionamiento de la vía para los usuarios. (MOP, 2003, p.21).

Es así que definimos al tráfico desarrollado como un porcentaje extra de tráfico debido al crecimiento de la zona de implantación, ya que produce que nuevos usuarios transiten por dicha carretera. Se debe tener en cuenta que proyectar el tráfico basados únicamente en series históricas puede conllevar a estimaciones poco reales, ya que cualquier cambio brusco en la zona de implantación puede ocasionar una variación en el tráfico de la vía, es por eso que se recomienda verificar los planes de desarrollo local antes de seleccionar un parámetro que module la cantidad de tráfico en la zona.

Según lo establece la AASHTO el tráfico desarrollado puede ser tomado como un 5 a 8% del tráfico actual; para el proyecto se tomara un 5% como porcentaje del tráfico desarrollado, ya que la parroquia de Atahualpa posee proyectos que ya se encuentran en desarrollo, los que permitirán un intercambio económico y turístico más elevado, sin olvidar que el barrio de Aloguincho es un fuerte productor de granos en la zona, y en la actualidad se produce un desvío de mercadería debido a la falta de carreteras transitables.

6.6.3. Trafico desviado (T_d)

Este tráfico hace referencia a aquel que es atraído desde diferentes carreteras una vez que el nuevo proyecto entra en funcionamiento. Según la AASHTO en su normativa para diseño de carreteras nos indica que el tráfico desviado puede estar entre un 5 y 8% del tráfico actual, es por esto que para el proyecto se ha tomado un valor de 5%

6.7. Asignación del tráfico.

En base a la asignación a la discretización de las tasas de crecimiento del parque automotor calcularemos el TPDA futuro para un tiempo de 20 años y en base a esta estimación del volumen de tráfico se procede a calcular el TPDA de diseño que viene a ser:

$$TPDA_{diseño} = TPDA_{futuro} + Tg + TD + Td$$

Tabla 24

Estimación del TPDA para 20 años

FECHA	AÑO	TPDA FUTURO										TOTAL
		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos (2DA)		Camiones 2 ejes grandes (2DB)		Volquetas (V2DB)		
		TASA	TPDA	TASA	TPDA	TASA	TPDA	TASA	TPDA	TASA	TPDA	
2021	0	0.00	99	0.00	2	0.00	14	0.00	15	0.00	3	133
2026	5	3.20	116	1.81	2	1.90	15	1.90	16	1.90	4	153
2031	10	2.80	131	1.75	2	1.75	16	1.75	18	1.75	4	171
2036	15	1.99	133	1.74	3	1.51	17	1.51	19	1.51	4	176

2041	20	1.34	129	1.69	3	1.31	18	1.31	19	1.31	4	174
-------------	----	------	-----	------	---	------	----	------	----	------	---	------------

Nota. Esta estimación probabilística se lo realiza en base a la ecuación Planteada por la MOP y descrita en el inciso 6.6 del presente documento. Elaborado por: Los Autores

Ejemplo de cálculo:

$$TPDA_{Diseño_{2041}} = TPDA_{2041} + Tg + TD + Td$$

$$TPDA_{Diseño_{2041}} = 174 + 0\% \times 174 + 5\% \times 174 + 5\% \times 174$$

$$TPDA_{Diseño_{2041}} = 191$$

Por lo tanto, el TPDA de diseño para el proyecto será:

Tabla 25

Proyección del tráfico de diseño hasta el año 2041

FECHA	AÑO	TPDA	Tg 10%	TD 5%	Td 5%	TPDA (DISEÑO)
2021	0	133	0	0	0	133
2026	5	153	0	8	8	169
2031	10	171	0	9	9	188
2036	15	176	0	9	9	193
2041	20	174	0	9	9	191

Nota. Trafico en función de los distintos factores de engrosamiento por funcionamiento de la vía. Elaborado por: Los Autores.

6.8. Clasificación de la vía según la norma de Diseño Geométrico de Carretas

MOP.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador MTOP en su normativa para el Diseño Geométrico de Carreteras proporciona una clasificación de carreteras en función del pronóstico del tráfico comprendidos en un periodo de vida de 15 o 20 años. Basados en nuestra estimación del TPDA de diseño y lo que expresa la MOP 2003 en su cuadro III-1 la carretera será:

Tabla 26*Clasificación de Carreteras en función del TPDA según el MTOP*

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN AL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Trafico proyectado TPDA
R-I o R-II	Mas 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

Nota. Cuadro de discretización en función del volumen de tráfico. Fuente: MOP, 2003, pág. 22.

En el Ecuador tradicionalmente las carreteras se clasifican basadas en el volumen del tráfico, de esta manera nuestra vía de estudio se la clasifica como:

Tabla 27*Determinación de la función de la vía.*

Función	Clase de Carretera Según (MOP)	Trafico proyectado TPDA
Corredor Arterial	R-I o R-II	Mas de 8000
	I	De 3000 a 8000
	II	De 1000 a 3000
Colectora	I	De 3000 a 8000
	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

Nota. Función que desempeñara la carretera en función de su TPDA. Fuente: MOP, 2003 pág. 23.

6.9. Ejes equivalentes por la AASHTO

En este apartado se determinará las repeticiones de carga producidas por los distintos tipos de vehículos, y llevará estas repeticiones a un número equivalente proporcional a un eje

estándar de 18kips (8.16t= 80kN) denominado ESAL (Equivalente Simple Axial Load) que produce un daño sobre el pavimento a través de toda su vida útil.

Para la determinación de las ESAL'S se ha optado por el método simplificado de la AASHTO, ya que este método ofrece resultados mucho más críticos. Para el eje equivalente se tiene la siguiente expresión:

$$Nt = N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Donde:

Nt= Número de ejes equivalentes.

N= Número de ejes equivalentes al inicio del periodo de diseño.

Fc= Factor Carril.

Fd= Factor dirección.

n= Número de años de proyección.

i= Tasa de crecimiento.

Factor dirección (Fd). – Dicho factor permite distribuir la carga en distintas direcciones de la vía de acuerdo al porcentaje de vehículos que pasan en una sola dirección.

Tabla 28*Factor Dirección AASHTO 93*

Factor Dirección definido por el número de vehículos que pasaran por una sola dirección	
40 - 60%	FD= 0.5
70 - 30%	FD= 0.7
100%	FD= 1.0

Nota. Factor carril en función de la cantidad de vehículos. Fuente: AASHTO Guide For Design Of Pavement,1993.

Factor carril (Fc). – Dicho factor se encuentra en función de los vehículos pesados. Describe la probabilidad de que un vehículo pesado transite por el carril de diseño, tomando en cuenta el número de carriles.

Tabla 29*Factor Carril AASHTO 93*

Factor carril - Depende del número de carriles	
No Carriles	Fc
1	1
2	0.9
3	0.75
4	0.5

Nota. Factor carril en función de la cantidad de vehículos. Fuente: AASHTO Guide For Design Of Pavement,1993.

6.10. Factor de equivalencia

Con la finalidad de evaluar el daño sobre una estructura vial, la AASHTO a partir de recopilación de ensayos viales a determinado un factor de daño al pavimento a partir de la relación que existe entre un eje de una carga cualquiera y el eje estándar o patrón. Los ensayos

arrojaron que el daño que sufre el pavimento no es de carácter lineal sino de tendencia exponencial para lo cual se dedujo la siguiente expresión:

$$FE = \left[\frac{Pi}{Pe} \right]^n$$

Donde:

Fe= Factor de equivalencia.

Pi= Carga en el eje

Pe= Carga en el eje Patrón

n= Exponente

El ICP en su libro (ICP, N.F) señala que

La configuración adoptada se debe adaptar en base a tres índices de servicio final y para uno de los ejes principales que se presentan en la “Guía para el diseño de estructuras de pavimento de la AASHTO”, donde se establecen como ejes patrón para las configuraciones tándem y trídem aquellos cuyas cargas sean 132.1 kN y 184 kN respectivamente y con la aproximación del valor exponencial entre 4 y 4.5 dependiendo del tipo de pavimento. (ICP, N.F, pag. 44-60).

En base a lo expresado anteriormente la AASHTO ha propuesto los siguientes tipos de exponentes que intervienen en la ecuación en función al tipo de eje y la carga que ejerce sobre el pavimento.



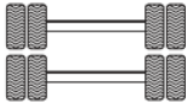
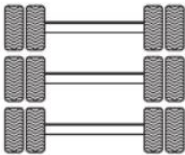
Tabla 30*Cargas Patrón y exponenciales para el cálculo del Factor de equivalencia*

Eje	Direccional	Sencillo de llanta doble	Tándem	Trídem
Carga patrón (kN)	60	81.81	132.14	184
Exponencial	4	4.5	4.2.	4.3

Nota. Se expresan distintos factores recopilados de la AASHTO. Fuente: ICP

En el Ecuador en lo que se refiere a diseño de pavimentos el uso de los exponentes según el tipo de carga se ha obviado y se ha estandarizado el uso de un único exponente para los distintos tipos de factores, esto se puede deber a una simplificación en el cálculo y son validados según el método AASHTO SIMPLIFICADO según lo expresa Sarabia en su tesis de grado. (SARABIA, 2019, pag.29).

Tabla 31*Factores de daño según el tipo de eje*

TIPO DE EJE	NOMENCLARUTA	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE DAÑO
EJE SIMPLE RUEDA SIMPLE	S.R.S		$FEC = \left[\frac{CARGA DE EJES}{6.6} \right]^4$
EJE SIMPLE RUEDA DOBLE	S.R.D		$FEC = \left[\frac{CARGA DE EJES}{8.2} \right]^4$
EJE TANDEM	TANDEM		$FEC = \left[\frac{CARGA DE EJES}{15} \right]^4$
EJE TRIDEM	TRIDEM		$FEC = \left[\frac{CARGA DE EJES}{23} \right]^4$

Nota. Factores de daño estándar utilizados en toneladas. Elaborado por: Los Autores.

6.10.1. Factor de daño por Vehículo Comercial

El factor de daño por vehículo comercial o F. D. V. C hace referencia a la incidencia que tiene determinado vehículo según el número de ejes y los pesos que este posee. A este factor lo podemos definir como la sumatoria de los factores de equivalencia o F. E. C de cada vehículo.

Ejemplo de cálculo camión 2DB

Figura 41

Vehículo 2DB según la MOP 2003

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2DB			18	12,20	2,60	4,10

Nota. Descripción de las características del vehículo. Fuente: MOP 2003

Discretización de los factores de equivalencia de carga.

$$F.E.C_{S.R.S} = \left[\frac{7}{6.6} \right]^4 = 1.265$$

$$F.E.C_{S.R.D} = \left[\frac{11}{8.2} \right]^4 = 3.238$$

Factor de daño por vehículo comercial

$$F.D.V.C_{2DB} = \sum F.E.C$$

$$F.D.V.C_{2DB} = F.E.C_{S.R.S} + F.E.C_{S.R.D}$$

$$F.D.V.C_{2DB} = 1.265 + 3.238 = 4.503$$

Determinados los distintos tipos de factores que actúan dentro de la determinación de las ESSALS, podemos realizar el cálculo de las mismas en base a la toma de información en campo (En el año de estudio).

Tabla 32

Determinación del No. De ESALS

CLASE	TIPO	EJES	PESO/ EJE (Ton)	F.E.C	F.D.V.C	TPDA	ESSALS 8.2T
LIVIANO	-	-	-	-	-	-	-
BUSES	2DA	S.R. S	3	0.0427	0.5737	2	1.12
		S.R. D	7	0.5311			
CAMINO 2 EJES MEDIANOS	2DA	S.R. S	3	0.0427	0.5737	14	7.94
		S.R. D	7	0.5311			
CAMINO 2 EJES GRANDES	2DB	S.R. S	7	1.2654	4.5037	15	66.76
		S.R. D	11	3.2383			
VOLQUETAS	V2DB	S.R. S	7	1.2654	4.5037	3	15.12
		S.R. D	11	3.2383			
						SUMA	90.95

Nota. Método AASHTO SIMPLIFICADO Cálculo de la cantidad de ejes equivalentes de

8.2t. Elaborado por: Los Autores

Ejemplo de cálculo camión 2DB

$$F.D.V.C_{2DB} = 1.265 + 3.238 = 4.503$$

$$ESALS_{2DB} = F.D.V.C_{2DB} \times TPDA_{2DB}$$

$$ESALS_{2DB} = 4.5037 \times 15 = 66.76$$

6.11. Cálculo de los ejes equivalentes de 8.2t para un periodo de 20 años

Para la determinación de estos ejes equivalentes haremos uso de la expresión proporcionada por la AASHTO, además para el cálculo final tomaremos en cuenta los ejes equivalentes generados, desviados y desarrollados; prestando atención en las condiciones en la cuales se desarrollan dichos ejes equivalentes.

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

$$N_g = 10\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^{n_g} - 1}{i} \quad \text{asumir como máximo 2 años.}$$

$$N_D = 5\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{asumir 20 años}$$

$$N_d = 5\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{asumir 20 años}$$

Como observación antes de la ejecución de los cálculos pertinentes se discretizará a los vehículos para utilizar las distintas tasas de crecimiento para obtener datos más veraces, ya que existe un crecimiento sesgado por cada tipo de vehículo.

Tabla 33

Ejes equivalentes para un periodo de 20 años

CLASE	ESSALS 8.2T	Tasa de crecimiento	FC	FD	N2041	Ng	Nd	ND	TOTAL	TOTAL
BUSES	1.12335	1.69	0.9	0.5	4347	37.2138	217.36466	217.3647	4819	
CAMINO 2 EJES MEDIANOS	7.94367	1.31	0.9	0.5	29613	262.6589	1480.6286	1480.629	32836	376121
CAMINO 2 EJES GRANDES	66.7639	1.31	0.9	0.5	248884	2207.561	12444.191	12444.19	275980	

Elaborado por: Los Autores

Ejemplo de calculo

Ejes equivalentes en el periodo 2041

$$N_{BUSES} = N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

$$N_{BUSES} = 1.12335 \times 0.9 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^{20} - 1}{1.69\%}$$

$$N_{BUSES} = 4819$$

Ejes equivalentes generados durante los dos primeros años de funcionamiento de la vía

$$N_{g_buses} = 10\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^{n_g} - 1}{i}$$

$$N_{g_buses} = 10\% \times 1.12335 \times 0.9 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^2 - 1}{1.69\%}$$

$$N_{g_buses} = 37.2138$$

Ejes equivalentes generados durante los dos primeros años de funcionamiento de la vía

$$N_{D_buses} = 5\% \times N \times Fc \times Fd \times 365 \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

$$N_{D_buses} = 5\% \times 1.12335 \times 0.9 \times 0.5 \times 365 \times \frac{(1 + 1.69\%)^{20} - 1}{1.69\%}$$

$$N_{D_buses} = 217.364$$

En el caso particular de este proyecto se ha tomado porcentajes iguales para el número de ejes desviados y desarrollado por lo que son exactamente iguales.

$$N_{d_buses} = 217.364$$

Determinados todos los tipos de repeticiones de cargas de 8.2t solo falta calcular la repetición de diseño, dato con el cual se realizarán los diseños de la estructura vial para lo cual será necesario sumar todas las repeticiones de carga.

Tabla 34

Número de repeticiones de carga de diseño

TIPO DE EJES 8.2T	TOTAL, DE EJES EQUIVALENTES
N2041	339195
Ng	3007
Nd	16960
ND	16960
TOTAL	376121

Nota. El número de repeticiones de diseño se representa como la suma de todas las repeticiones. Elaborado por: Los Autores.

CAPÍTULO VII

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA.

7.1. Generalidades

El diseño geométrico de la vía comprende uno de los pilares esenciales en cualquier proyecto vial, ya que es aquí donde se definirán las diferentes configuraciones que adoptara la vía tanto de manera horizontal como de manera vertical siempre respetando la normativa de diseño. Es así que en este punto se definirán los rubros más fuertes en el proyecto siendo estos los de movimiento de tierras “CORTE Y RELLENO”

Es necesario que para comenzar el diseño geométrico ya se tenga un estudio topográfico, ya que sin él es imposible representar las características morfológicas del terreno donde se realizara el proyecto, por lo tanto, es imposible realizar una representación de la vía. De la misma manera será necesario contar con un estudio de tráfico, ya que el volumen de tráfico es un parámetro importante al momento de diseñar.

7.2. Estado actual de la Vía

La vía actualmente la podemos catalogar como una apertura a nivel de rasante, vale recalcar que esta apertura fue realizada aproximadamente hace más de 20 años. Por los que posee muchas inconsistencias y variaciones a lo largo de su recorrido entre las que destaca:

- Variaciones en su ancho. – la vía se encoje y agranda a lo largo de la vía, ya sea por una mala planificación o por apropiación de los predios colindantes.
- Variación en su relieve. – debido al paso de vehículos por la vía y el paso continuo del tiempo esta posee irregularidades en su relieve como son baches, descenso de masas de tierra, etc.

— No posee cunetas que permitan evacuar el agua lluvia.

7.3. Nomás de diseño geométrico

En el Ecuador tenemos la normativa MOP- 001 del año 2003 la cual nos permitirá tomar en cuenta todos los aspectos importantes para un óptimo diseño geométrico de carreteras y caminos vecinales.

7.3.1. Velocidad de diseño.

Es uno de los componentes básicos para el diseño geométrico de una vía, permitiendo definir los elementos o características mínimas de los elementos del trazado, y con ello garantizar la comodidad y seguridad de los ocupantes.

Según nos lo expresa la normativa MOP- 001 la velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. (2003, pág.26).

Es así que la selección adecuada de la velocidad de diseño es fundamental ya que se busca que la velocidad se mantenga constante a lo largo del recorrido, pero existen ocasiones en las cuales por cuestiones topográficas esta velocidad de diseño se ve afectada para lo cual se deben buscar tramos largos en los cuales se puedan efectuar una transición o cambio de velocidad con la finalidad de que dicho cambio sea gradual y no afecte al conductor. Por lo que será necesario que estos cambios de velocidad varíen como máximo en el rango de 20 km/h.

La selección de la una velocidad de diseño adecuada se ve afectado por distintos parámetros como lo son:

- La naturaleza del terreno: Depende de la pendiente trasversal del terreno, y de su ubicación (si es rural o urbana).
- La modalidad de los conductores: Depende las preferencias del conductor o conductores que transitan por el camino, ya que el conductor tiende a viajar a una velocidad instintiva dependiendo de los obstáculos o características del terreno.
- El factor económico: Se enfoca hacia los costos de operación debido a vehículos que se movilizan a altas velocidades.

Según lo expresa Alma luisa. J y Sanmartín, F en su tesis de grado no publicada:

Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontal, de perfil y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, peraltes, anchos de carriles y bermas, anchuras y alturas libres, dependen de la velocidad de diseño y varían con un cambio de ella. (2016, pág. 27).

Para facilitar a la selección de la velocidad de diseño la normativa nos ofrece una tabla que permite correlacionar la velocidad de diseño con el TPDA de la vía tomando en cuenta las condiciones topográficas. Siendo esta la tabla IV- 1 titulada Velocidades de diseño (Km/h).

Tabla 35

Velocidades de diseño

CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h											
			BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
			Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso			
			Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes	
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	
R-I ó R-II (Tipo)		> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Nota. Se expresa la velocidad de diseño en función del TPDA y el relieve del terreno. Fuente: MOP-001, 2003, pág. 31.

Recordando lo analizado en el capítulo 6 la vía de estudio se clasificó como una vía Tipo IV con un TPDA de diseño igual a **191**, y en base a las características de relieve estudiados en el capítulo 5 podemos clasificar al terreno como un terreno **montañoso**. Por lo tanto, la velocidad de diseño puede ser: 25-50 km/h

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	Relieve Ondulado				Relieve Montañoso				
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes		
		Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	
R-I ó R-II (Tipo)	> 8000	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	Todos	3000-8000	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 y 4E	< 100	50	35	50	35	40	25	40	25

Para la selección adecuada de la velocidad tomaremos en cuenta las notas al pie de la tabla la cual nos expresa que los valores absolutos se emplearan cuando el TPDA sea cercana al límite inferior por lo que se adoptara una velocidad de diseño igual a **25 Km/ h**.

7.3.2. Velocidad de circulación

Podemos definir a la velocidad de circulación como una medida de calidad que el camino proporcione al usuario y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo.

Por cuestiones de diseño es necesario conocer la velocidad a la cual viajaran los vehículos para los cuales se está diseñando, para lo cual la normativa nos ofrece un gráfico que correlaciona la velocidad de diseño con la velocidad de circulación; por lo que es

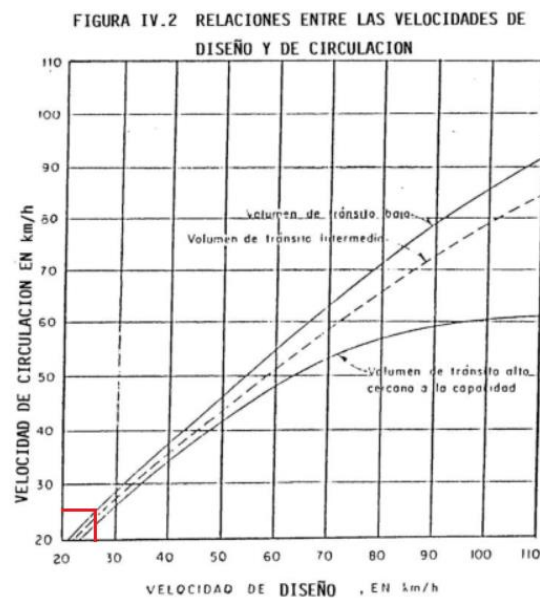
necesario discretizar que tipo de volumen maneja la vía, en donde la AASHTO nos ofrece la siguiente discretización:

- Volumen de tráfico bajo TPDA < 1000
- Volumen de tráfico medio 1000 < TPDA < 3000
- Volumen de tráfico alto TPDA > 3000

Por lo que para el presente proyecto el volumen de tráfico se considera como tráfico bajo.

Figura 42

Velocidad de circulación



Nota. Relaciona la velocidad de circulación con la velocidad de diseño en función del volumen de tránsito Fuente: MOP-001, 2003, pág. 32.

Es en base a este gráfico proporcionado por la normativa MOP- 001 podemos deducir que la velocidad de circulación en la vía es igual a **24 km/h.**

Tabla 36

Velocidades de la vía

Velocidad	(Km/h)
Diseño	25
Circulación	24

Nota. Se expresan las velocidades tanto de diseño como de circulación. Elaborado por: Los Autores

7.3.3. Radio mínimo de la curva horizontal

La normativa MOP- 001 expresa que el radio mínimo es el valor más bajo que puede adoptar para garantizar la seguridad en la transición a una velocidad de diseño tomando en cuenta el máximo peralte (e) y el coeficiente de fricción lateral (f). (2003, pág. 36).

En casos donde el uso de curvas con radios inferiores al mínimo establecido se exigirá que el peralte sobre pase los límites de operación vehicular.

La normativa MOP- 001 del 2003 permite el cálculo del radio mínimo basado en la siguiente expresión:

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

Donde:

R. – Radio mínimo de curvatura horizontal, m

V. – Velocidad de diseño, Km/h

f. – Coeficiente de fricción lateral.

e. – Peralte de la curva m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Para la determinación del factor de fricción lateral podemos recurrir a las expresiones propuestas por la AASHTO, donde se expresa que el coeficiente de fricción lateral toma en cuenta la velocidad del vehículo, la superficie de la calzada, y el estado de los neumáticos

$$f = 0.19 - 0.000626 \times Vd$$

En base a ambas normativas tenemos que los siguientes valores de coeficiente de fricción lateral.

Tabla 37

Factores de fricción lateral

Normativa	factor de fricción lateral <i>f</i>
AASHTO	0.17435

Nota. Factores de fricción lateral según la AASHTO y la MOP.
Elaborado por: Los Autores.

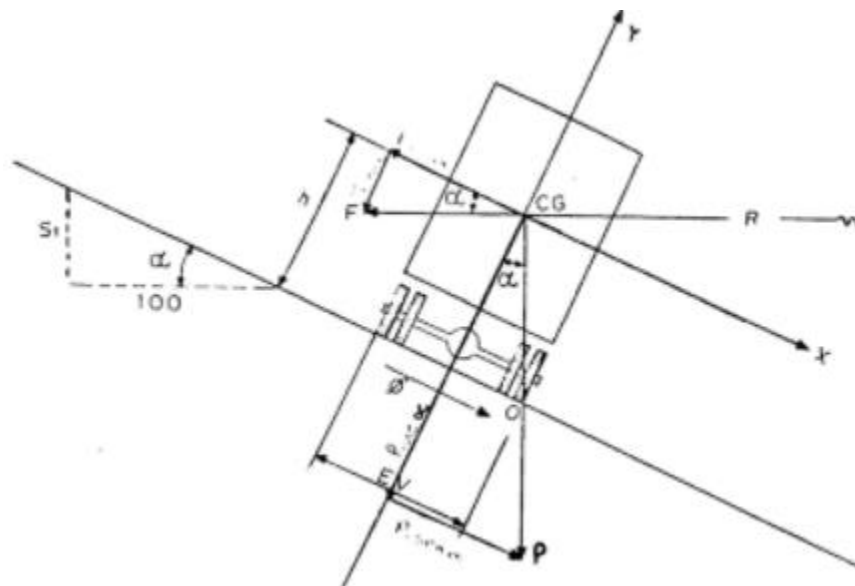
Como se puede apreciar existe una diferencia considerable del factor de fricción lateral, para lo cual se ha decidido adoptar el expuesto por la normativa local, ya que si bien la normativa AASHTO es una de las normativas que utiliza como base la MOP, esta ha sido elaborada según la realidad nacional y se adecua más a los casos que se presentan en las carreteras del país.

7.3.3.1. Peralte de curvas

Podemos definir al peralte como uno de los elementos de seguridad vial ya contrarresta, las fuerzas que actúan sobre el vehículo (fuerza centrífuga) al momento de entrar en la curva, provocando la aparición de la fuerza resultado del peso propio, gracias a una inclinación transversal de la vía.

Figura 43

Diagrama de cuerpo libre de un vehículo en curva



Nota. Se expresan todas las fuerzas que actúan sobre el vehículo al transitar por una curva.
Fuente: MOP-001, 2003, pág. 52.

Del análisis de fuerzas por equilibrio estático se deduce que:

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

Donde:

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

V. – Velocidad de diseño, Km/h

f. – Coeficiente de fricción lateral

La normativa MOP- 001 nos expresa que:

El peralte ofrece comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre un camino en curva horizontal, pero el peralte no deberá nunca sobrepasar un

cierto valor máximo ya que valores elevados provocarían un deslizamiento del vehículo, por lo que se recomienda que: se adopte un peralte máximo del 10% para vías de dos carriles, con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrado para velocidad de diseño no mayores a 50 Km/h y del 8% para caminos vecinales con velocidades hasta 50 Km/h. (2003, pág. 56).

Para el presente proyecto se ha decidido tomar en cuenta que el peralte máximo para la vía será del 8% en función del volumen de tráfico que se ha podido observar, este valor aun es susceptible a modificarse una vez se compare contra los valores que la misma norma ofrece como valores mínimos o provisiones de diseño.

Con esto resultados procedemos a calcular el radio de curvatura mínimo bajo la expresión mencionada en la normativa.

$$R = \frac{V^2}{127(0.17225 + 0.1)}$$

$$R = 17.89 \text{ m}$$

Este valor lo compararemos con lo que expresa la normativa en su anexo 2R el cual no ofrece una tabla de valores de diseño en función del TPDA y del relieve del terreno.

Tabla 38

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

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾																																			
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA																																
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M																											
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽³⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁴⁾																								
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁵⁾	110	75	42	75	30	20 ⁽⁶⁾																								
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25	70	55	40	55	35	25																								
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	210	150	110																											
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																																									
Coefficiente "K" para: ⁽⁷⁾																																																												
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	12	7	4	7	3	2																								
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	13	10	6	10	5	3																								
Gradiente longitudinal ⁽⁸⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	5	6	8	6	8	14																								
Gradiente longitudinal ⁽⁹⁾ mínima (%)	0,5%																																																											
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽¹⁰⁾																																			
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado																																			
Ancho de espaldones ⁽¹¹⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---																																			
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0																																			
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽¹²⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---																																			
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																																											
Puentes	Carga de diseño																														HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																													
	Ancho de la calzada (m)																														SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
	Ancho de Aceras (m) ⁽¹³⁾																														0,50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)																														Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																														
LL - TERRENO PLANO 0 - TERRENO ONDULADO M - TERRENO MONTAÑOSO																																																												

Nota: Provisiones de diseño geométrico de carreteras Fuente: MOP-001, 2003, pág. 2R.

En base a lo que expresa la tabla 2R tenemos que:

Tabla 39

Valores adoptados de diseño

Velocidad de diseño Vd. (Km/h)	Factor de fricción lateral <i>f</i>	Peralte calculado <i>e</i>	Peralte adoptado <i>e</i>	Radio mínimo calculado (m)	Radio mínimo adoptado (m)
25	0.1734	0.071	0.08	17.89	20

Nota. Se expresan los valores adoptados necesarios para el cálculo de alineamiento horizontal. Elaborado por: Los Autores.

Nota se debe tomar en cuenta que bajo lo expresado en el anexo 2R se podrá utilizar una velocidad de diseño de 20 km/h y un radio mínimo de 15 metros, siempre y cuando sea en beneficio del aprovechamiento de la estructura vial.

7.3.4. Pendientes máximas y mínimas

Podemos definir a la pendiente como la relación entre altura con proyección horizontal, cuando se habla de topografía definimos a la pendiente como el porcentaje de inclinación, longitudinal o transversal.

La selección de un gradiente adecuado esta estrictamente ligado a la topografía del terreno, y se deben tomar en cuenta valores de pendiente bajos, para garantizar una circulación vehicular a velocidades razonables; Por lo cual la normativa nos ofrece en la tabla 2-R una **pendiente longitudinal máxima del 12%**.

Mientras que para pendiente mínimas la normativa nos expresa que:

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura

o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (MOP- 001, 2003, pág. 206).

7.3.5. Distancia de visibilidad

Podemos definir a la distancia de visibilidad como la longitud continua necesaria para que el conductor puede observar hacia adelante. Dicha longitud debe ser lo suficientemente larga para que el conductor tenga la oportunidad de controlar la velocidad del vehículo ante posibles maniobras, como la presencia de obstáculos en el carril de circulación, o el adelantamiento de un vehículo lento, o el cruce de una vía secundario o el encuentro de vehículos que circulan en el mismo carril, pero en sentidos opuestos común en carreteras de clases inferiores o vecinales.

La normativa de diseño geométrico de carreteras MOP- 001 del año 2003 nos indica que existen dos aspectos importantes que se discuten al momento se hablar de la distancia de visibilidad.

- Distancia de parada del vehículo, por restricciones en el alineamiento horizontal o vertical.
- La Distancia suficiente para realizar el rebasamiento.

7.3.5.1. Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo.

Podemos definir a la distancia de parada como la longitud mínima necesaria para que un vehículo que alcanza la velocidad de diseño pueda ver un objetivo y pueda parar antes de llegar o colisionar, por lo que esta distancia debe considerarse sobre cualquier punto de la carretera.

En base a lo expresado anteriormente la velocidad de parada se constituye de la suma de dos longitudes.

$$d = d_1 + d_2 \qquad d_1 = 0.7 \times V_c \qquad d_2 = \frac{V_c^2}{254 \times f_L}$$

$$f_L = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Donde:

d_1 . - Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en el que el conductor observa un obstáculo, m.

d_2 . - Distancia necesario para parar el vehículo después de aplicar los frenos, m.

V_c . - Velocidad de circulación, km/h.

f_L . - Coeficiente de fricción longitudinal.

La MOP- 001 del año 2003 en su página 183 recomienda la ampliación de la tabla VI-2 en el país para el diseño las distancias de visibilidad de parada, en la cual se indican el procedimiento de cálculo.

Tabla 40

Diseño de la distancia de visibilidad de parada

Velocidad de Diseño Vd (Km/h)	Percepción más Reacción		Coeficiente de Fricción Longitudinal "fL"	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente Cero (m)	Distancia de Visibilidad (d=d1+d2)	
	Tiempo (seg)	Distancia Recorrida "d" (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	2.5	13.69	0.47	3.36	17.25	20
25	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30

35	2.5	22.92	0.4	10.64	33.56	35
40	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
90	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	2.5	59.72	0.3	96.34	156.06	160
110	2.5	63.89	0.3	112.51	176.4	180
120	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Nota. Cálculo de la distancia de parada en función de la velocidad de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003, pág. 186.

Por lo que en base a lo expuesto a la tabla anterior la distancia de frenado del proyecto es de **25 metros**, comparado con la tabla 2-R.

7.3.5.2. Distancia de Visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

Se define como la distancia suficiente para que un vehículo en condiciones de seguridad, pueda adelantar a otro vehículo que circula por el mismo carril a una menor velocidad, sin peligro de interferencia de un tercer vehículo. Dicha distancia será tomada en cuenta únicamente en carreteras de dos carriles con tránsito en ambas direcciones donde el adelantamiento sea en el carril del sentido contrario.

Según la norma de Diseño geométrico de carreteras MOP-001:

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. (2003, pág. 192).

Para el cálculo de la velocidad de rebasamiento se toma en cuenta las distancias que intervienen en todo el proceso de rebasamiento, siendo 4 etapas en total, el cálculo de estos elementos puede llegar a ser tediosa por lo que la norma nos ofrece en su tabla VI- 5 el cálculo de la distancia de rebasamiento en función de la velocidad de Diseño.

Tabla 41

Distancia de adelantamiento

Velocidad de Diseño Vd (Km/h)	Velocidad de los vehículos, km/h		Distancia mínima de Rebasamiento, m	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	78	(80)
30	28	44	109	(110)
35	33	49	128	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830

Nota. Cálculo de la distancia de rebasamiento en función de la velocidad de diseño, los valores en () son para caminos vecinales, * valores con velocidad mayores a 100 km/h.

Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003, pág. 197.

Por lo que en base a lo expuesto a la tabla anterior la distancia de adelantamiento es de **80 metros**, comparado con la tabla 2-R existe un desfase de 30 metros ya que dicha tabla propone una distancia de rebasamiento de **110 metros**, por lo que para el proyecto se asume una distancia de rebasamiento de **110 metro**.

7.3.6. Secciones y elementos típicos.

7.3.6.1. Ancho del pavimento

Uno de los elementos más importantes del diseño se determina en función del volumen de tráfico, de su composición o el vehículo de diseño y de las características del terreno, según lo establece la norma de diseño geométrico de carreteras MOP- 001:

Para volúmenes de tráfico bajos o para una velocidad de diseño bajo el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible. En casos de volúmenes y velocidades moderadas el ancho deberá ser suficiente para evitar el deterioro a causa de repeticiones de cargas sobre la misma huella. (2003, pág. 227).

Es por esto que la normativa en su tabla VIII- 1 nos indica los valores para el ancho del calzado valido únicamente para el Ecuador en función del volumen de tránsito.

Tabla 42

Anchos de calzada

ANCHOS DE LA CALZADA				
Clase de la carretera			Ancho de la Calzada (m)	
			Recomendable	Absoluto
R-Io	R-II >	8000 TPDA	7.3	7.3
I	3000 a	8000 TPDA	7.3	7.3
II	1000 a	3000 TPDA	7.3	6.5
III	300 a	1000 TPDA	6.7	6
IV	100 a	300 TPDA	6	6
V	MENOS DE	100 TPDA	4	4

Nota. Anchos de calzada en función del TPDA de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003, pág. 197.

Por lo que para el proyecto se ha asumido un ancho de calzada de **6 metros**.

7.6.3.2. Espaldones

Dentro los componentes de la carretera el espaldón tiene la característica de ofrecer un estacionamiento temporal, mayor visibilidad en curvas horizontales, mejora el soporte lateral del pavimento y ofrece espacios para colocación de señales de tránsito.

Sin embargo, la utilización de este elemento debe justificarse económicamente, ya que para volúmenes de tránsito bajos, no se justifica la utilización de este elemento.

Para el proyecto se ha decidido utilizar el espaldón mínimo recomendado según la norma actual de diseño MOP en su cuadro VIII-2, basados principalmente en el tipo de terreno, el espaldón según la normativa actual posee un gradiente distinto a de la carretera este podemos encontrarlo en el cuadro VIII-3.

Figura 44

Anchos de espaldón recomendables

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

Nota. Valores recomendables de espaldón por MOP-2003. Fuente: MOP-2003.

Figura 45*Gradiente mínimo del espaldón*

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipos de Superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4,00
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4,00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. O capa granular	4,00

Nota. Valores recomendables de peraltes para espaldones según MOP-2003. Fuente: MOP-2003.

7.6.3.3. Pendiente Trasversal.

La pendiente trasversal de la vía debe ser aquella que permita el bombeo adecuado de la escorrentía superficial sobre la vía, por lo que la normativa MOP-001 del año 2003 en su tabla 2R, nos expresa que la pendiente trasversal de la vía será de 2.5

Tabla 43*Elementos de la sección trasversal típica*

Elementos de la sección típica		
Elementos	Valor	Observación
Ancho de la calzada	6	Revisado por 2-R
Número de Carriles	2	
Ancho del carril	3	División entre el ancho de la calzada y el Número de carriles
Cuneta por corte	--	Revisión bajo estudios hidráulicos
Cuneta por relleno	--	Revisión bajo estudios hidráulicos
Pendiente trasversal	2.5%	Revisado por 2-R
Espaldones	0.6	Despreciado para el ancho de la vía
Peralte en curvas	8%	Revisado por 2-R
Aceras	0.6	Revisado por 2-R

Nota. Se expresan los elementos típicos respaldados técnicamente. Elaborado por: Los Autores.

7.4. Diseño horizontal

El diseño horizontal de la carretera consta de un alineamiento sobre el plano, y los elementos que conforman este alineamiento, los cuales son las curvas que pueden ser circulares o de transición y las tangentes.

La normativa MOP- 001 nos expresa que el alineamiento horizontal depende de: la topografía del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. (2003, pág. 35).

7.4.1. Tangentes

Podemos definir a las tangentes como la proyección un tramo recto en el plano que unen una curva con. El punto donde se intersecan las tangentes se la conoce como PI, y el ángulo que forma una prolongación de la tangente con respecto a otra de llama alfa “ α ”. (Norma de diseño Geométrico de Carreteras y caminos Vecinales MOP- 001, 2003, pág. 35).

7.4.2. Curvas Circulares

Se definen como arcos o segmentos de la circunferencia que son utilizadas para unir tangentes consecutivas, estas curvas pueden ser simples o compuestas. Sus elementos característicos son:

- Grado de Curvatura (G_c): Representa el ángulo que forma un arco de 20 m. el máximo grado permite recorrer con seguridad la curva con máximo peralte a velocidad de diseño.
- Radio de Curvatura: Es el radio de la curva circular se representa con R

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

T. - Tangente de la curva circular.

E. – External.

M. - Ordenada media.

CL. - Cuerda larga.

L o Lc. - Longitud de un arco

Longitud de la curva (Lc). Longitud del arco entre PC y PT.

$$L_c = \frac{\pi \times R \times \alpha}{180}$$

Tangente de curva (T). Distancia entre PI y PC o también la distancia entre PI y PT.

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

External (E). Longitud perpendicular desde PI hasta la curva.

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

Ordenada media (M). Distancia entre su curva y su origen

$$M = R - R \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

7.4.2.2. Curva circular compuesta

Se denomina curvas circulares compuesta a aquellas curvas conformadas por dos o más curvas simples del mismo sentido pero diferente radio, o cualquier sentido y cualquier

tipo de radio, pero con un punto tangente en común. Dentro de estas curvas distinguimos algunos tipos de curvas compuestas, como lo son:

- Curvas compuestas directas. – Cuando son curvas simples del mismo sentido.
- Curvas inversas. – Cuando son de sentidos diferentes.

Este tipo de curvas se deben evitar cuando se diseñan caminos, pero su uso puede ser adecuado en intersecciones siempre que la relación entre radios no sobre pase 2 y se resuelva satisfactoriamente la transición de sobre elevación.

7.4.2.3. Transición de peralte

Podemos definir a la transición del peralte como el *Desvanecimiento* del bombeo, se basa en el cambio de pendiente de la sección transversal al momento de entrar en una curva, la cual cambia hasta que se conforma el peralte de diseño.

Según lo expresa la normativa esta distancia de transición en casos de terrenos difíciles como terrenos montañosos, puede ser asumida como el mínimo absoluto (MOP 2003, pág.60).

Esta transición de peralte depende de varios factores como lo es la pendiente a la entrada de la curva, la longitud sección transversal de la calzada, así como la relación de aspecto.

La normativa nos ofrece en su cuadro V-9 la longitud de transición y la longitud tangencial o de aplanamiento absolutas las cuales podemos utilizar en cosas donde el relieve del terreno sea montañoso y se encuentre en la cordillera de los andes, cosa que se da dentro

de nuestro proyecto, por lo que para la determinación de las longitudes de transición y tangenciales se utilizara esta tabla en específico.

Tabla 44

Longitudes absolutas de transición.

Velocidad de diseño km/h	Pendiente de Borde %	Transición mínima absoluta m	Longitud Tangencial Valor mínimo absoluto			
			e			
			0,10	0,08	0,06	0,04
Bombeo = 3 %						
20	0,800	11		4	6	8
25	0,775	14		5	7	11
30	0,750	17		6	8	13
35	0,725	20		7	10	15
40	0,700	22		8	11	17
45	0,675	25		9	13	19
50	0,650	28		11	14	21
60	0,600	34	10	13	17	25
70	0,550	39	12	15	20	29
80	0,500	45	13	17	22	34
90	0,470	50	15	19	25	38
100	0,430	56	17	21	28	42
110	0,400	62	18	23	31	46
120	0,370	67	20	25	34	50

Nota. Longitud de transición absolutas en función de la velocidad de diseño. Fuente: MOP-001, 2003, pág. 66.

Por lo que para el proyecto se ha asumido longitud de transición mínima absoluta de 34 m y una longitud tangencial de 7 m. de esta manera la longitud de transición total es el resultado de la suma de las longitudes anteriores siendo esta de **14 metros**.

7.4.2.4. Sobre anchos

Se denomina sobre ancho al aumento de la sección transversal en las zonas de curvas, este elemento de protección, se utiliza para que los vehículos no invadan carril al momento de girar.

Según lo expresa la norma MOP-001 del año 2003 en la pág. 68. El sobre ancho en curvas horizontales posibilita que los vehículos transiten con seguridad y comodidad, y es necesario introducirlo bajo las siguientes circunstancias:

- a) 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.
- b) 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.

La normativa actual nos ofrece distintas expresiones para el cálculo del sobre ancho, para el presente proyecto se ha tomado la expresión propuesta por Barnett, la cual relaciona el sobre ancho de una vía que presenta la curva con el radio de diseño y la velocidad de diseño.

$$S = \frac{0.105 \times V_d}{\sqrt{R}}$$

S. - Sobre ancho, m.

V_d. – Velocidad de diseño, km/h.

R. – Radio de curvatura, m.

Tabla 45

Sobre anchos de diseño.

Radio	Valor	Velocidad de diseño Vd	Sobre ancho S
Radio Máximo de curvatura	30	25	0.4792
Radio Mínimo de curvatura	25	25	0.525

Nota. Cálculo de sobre anchos. Elaborado por: Los Autores.

Se debe recordar que la normativa provee un sobre ancho mínimo para todas las situaciones como lo expresa la normativa en su apartado de sobre anchos. Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreecho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. (MOP- 001, 2003, pág. 71).

7.4.3. Curvas espirales

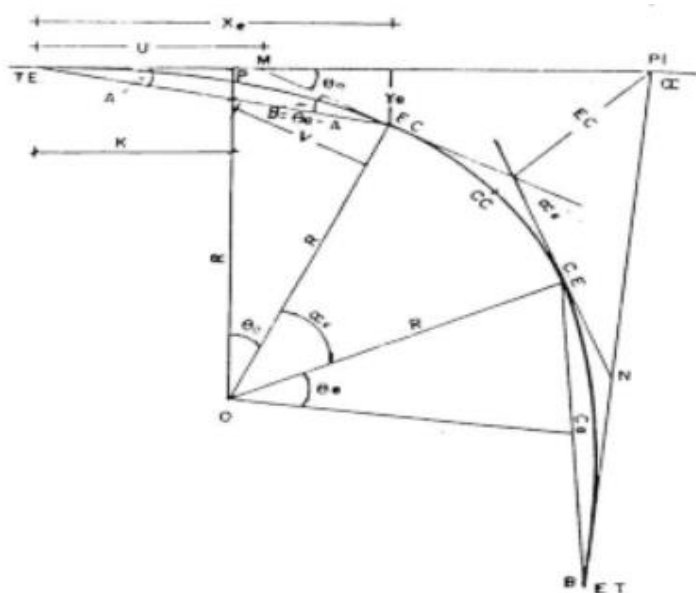
Las curvas espirales son curvas que poseen un punto inicial fijo y un radio que varía proporcionalmente lo largo de su longitud. Dichas curvas suelen utilizarse de manera común para poder transportar vehículos de forma segura, garantizando una transición de tramos tangentes a curvos mucho más suave que utilizando curvas circulares.

Según la normativa MOP del año 2003 para el diseño geométrico de carreteras

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. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. (pág. 41).

Tabla 46

Elementos de la curva espiral



ELEMENTOS DE UNA CURVA CON ESPIRALES

Pi	=	Punto de intersección de las alineaciones.
TE	=	Punto de cambio de tangente a espiral.
EC	=	Punto de cambio del arco espiral a círculo.
CE	=	Punto de cambio del arco circular a espiral.
Le	=	Longitud del arco espiral.
L	=	Longitud desde el TE cualquier punto de la curva espiral.
θ_e	=	Angulo al centro de la espiral de longitud Le.
θ	=	Angulo al centro del arco de espiral de longitud L.
a	=	Angulo de desviación de la espiral en el TE, desde la tangente principal a un punto de la curva.
b	=	Angulo de desviación de la espiral en el EC, desde la tangente principal a un punto de la curva.
re	=	Radio en cualquier punto de la espiral.
R	=	Radio de la curvatura del arco circular.
a	=	Angulo de deflexión de las tangentes principales.
ac	=	Angulo al centro del arco circular EC y CE.
X, Y	=	Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en TE y eje de abscisas la tangente principal.
Xe, Ye	=	Coordenadas del EC.
Te	=	Longitud de la tangente principal = distancia entre Pi y ET y entre Pi y TE.
Ee	=	External del arco compuesto.
U	=	Tangente larga de la espiral.
V	=	Tangente corta de la espiral.
Ce	=	Cuerda larga de la espiral.
K	=	Abscisa del Pc desplazado medida desde TE.

Nota. Descripción de los elementos que comprenden la curva espiral. Fuente: MOP-001, 2003, pág. 66.

Dentro de los parámetros más importantes que posee una curva espiral se encuentran:

Longitud espiral (L_e). – Es la longitud comprendida desde el TE y el EC.

Deflexión espiral (θ_e). – Angulo comprendido entre tangentes a la espiral y sus extremos.

$$\theta_e = \frac{L_e \times 90}{\pi \times R}$$

Longitud total de la curva. – Comprende la suma entre las dos curvas espirales y la curva circular.

Dentro de la normativa de diseño geométrico de carreteras podemos encontrar la tabla V.1 a cuál nos permite correlacionar la velocidad de diseño con la longitud espiral mínima para el diseño.

Tabla 47

Longitudes espirales recomendables

Valores mínimos recomendables para la longitud espiral ($L_e=0.036 V_3/R$)														
Vd (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
R min, m	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min, m	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Recuperado de: MOP-001, 2003, pág. 197. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-

001, 2003

Para el proyecto se ha seleccionado la longitud espiral mínima de **30 metros** basados en la tabla anterior, el cálculo de la deflexión espiral se lo realizara bajo la expresión mostrada anteriormente.

7.4.4. Diseño de curvas horizontales dentro del Proyecto

Tabla 48*Diseño geométrico de curvas horizontales*

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N.º CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	e	C	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
Pi# 1	S2° 36' 31" W	55°17'38"	30	15.71	28.95	27.84	3.87	3.43	0+040.98	0+025.26	0+054.21	15296.69	794034.93
Pi# 2	S1° 16' 40" E	47°31'16"	30	13.21	24.88	24.17	2.78	2.54	0+166.19	0+152.99	0+177.87	15180.99	794088.98
Pi# 3	S38° 11' 26" W	31°24'57"	30	8.44	16.45	16.24	1.16	1.12	0+234.46	0+226.03	0+242.48	15116.5	794062.29
Pi# 4	S12° 26' 16" W	82°55'17"	30	26.51	43.42	39.73	10.03	7.52	0+411.72	0+385.21	0+428.63	15011.8	793918.72
Pi# 5	S49° 00' 24" E	39°58'03"	30	10.91	20.93	20.51	1.92	1.81	0+479.83	0+468.92	0+489.85	14943.86	793956.42
Pi# 6	S20° 13' 59" E	97°30'54"	30	34.22	51.06	45.12	15.51	10.22	0+616.80	0+582.58	0+633.64	14894.43	794085.12
Pi# 7	S31° 17' 00" E	119°36'55"	30	51.56	62.63	51.86	29.65	14.91	0+729.48	0+677.92	0+740.55	14780.16	794023.01
Pi# 8	S62° 18' 10" E	57°34'35"	30	16.48	30.15	28.89	4.23	3.71	0+855.52	0+839.03	0+869.18	14783.33	794189.51
Pi# 9	S47° 57' 44" E	28°53'44"	30	7.73	15.13	14.97	0.98	0.95	0+981.61	0+973.88	0+989.01	14675.85	794260.69
Pi# 10	S59° 49' 16" E	5°10'40"	30	1.36	2.71	2.71	0.03	0.03	1+079.73	1+078.38	1+081.09	14630.25	794347.94
Pi# 11	S33° 55' 37" E	46°36'39"	30	12.92	24.41	23.74	2.67	2.45	1+190.29	1+177.37	1+201.78	14570.41	794440.91
Pi# 12	S12° 04' 27" W	45°23'28"	30	12.55	23.77	23.15	2.52	2.32	1+244.97	1+232.42	1+256.19	14515.25	794451.26
Pi# 13	S1° 06' 17" E	71°44'55"	25	18.08	31.31	29.3	5.85	4.74	1+309.72	1+291.64	1+322.95	14460.97	794413.57
Pi# 14	S15° 00' 05" E	43°57'18"	20	8.07	15.34	14.97	1.57	1.45	1+374.57	1+366.50	1+381.84	14405.29	794455.49
Pi# 15	S16° 50' 44" E	47°38'37"	20	8.83	16.63	16.16	1.86	1.7	1+426.08	1+417.25	1+433.89	14353.36	794449.14
Pi# 16	S24° 16' 34" E	32°46'57"	20	5.88	11.44	11.29	0.85	0.81	1+470.61	1+464.73	1+476.17	14318.81	794478.83

Nota. Las curvas seleccionadas para el diseño son curvas circulares simples. Elaborado por: Los Autores

7.5. Alineamiento Vertical

La alineación vertical se define como la proyección en elevación del eje de vía, dicho alineamiento se compone de tangentes y curvas, el diseño de este componente de la vía esta estrictamente ligado las condiciones del relieve con respecto al eje longitudinal de la vía.

Para la normativa de diseño geométrico de carreteras MOP-001 el alineamiento vertical es tan importante como el alineamiento horizontal y debe ser relacionado con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con la distancia de visibilidad. Y nunca se debe sacrificar el alineamiento vertical por el horizontal. (2003, pág. 204).

Dentro del diseño del alineamiento vertical uno de los factores más importantes es la selección de las pendientes longitudinales máximas y mínima, las cuales se determinaron anteriormente tomando criterios tales como el relieve del terreno y la velocidad de diseño.

Tabla 49

Pendientes longitudinales de diseño

Pendiente máxima	12%
Pendiente mínima	0.50%

Elaborado por: Los Autores.

7.5.1. Curvas Verticales.

Las curvas verticales son arcos de parábolas que unen tangentes del alineamiento vertical, con la finalidad de obtener un cambio gradual de pendiente desde la tangente de entrada hasta la tangente de salida. Navarro, S. expresa que el cambio de pendiente en lo posible debe ser lo más uniforme, y en casos donde la relación de pendientes sea menor al 0.5% no será necesario la utilización de pendientes. (2011, pág.15).

7.5.1.1. Curvas convexas

Según la normativa para el diseño geométrico de carreteras MTOP del año 2003. La longitud mínima que existen para curvas verticales se basara tanta en la distancia de visibilidad para parada de un vehículo. (pág. 208). La normativa nos expresa la siguiente expresión para el cálculo de la longitud mínima de las curvas verticales.

$$L = \frac{A \times S^2}{426}$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

Esta expresión suele ser sustituida por:

$$L = A \times K$$

Donde:

K = coeficiente razón entre el cuadrado de la distancia de visibilidad de parada y 426

La normativa actual para el diseño de geométrico de carreteras MTOP 2003 nos ofrece en su cuadro VII- 2 los distintos coeficientes K en función de la velocidad de diseño.

Tabla 50

Coeficientes de diseño K para curvas verticales convexas

Velocidad de diseño Km/h	Distancia de visibilidad	Coeficiente K calculado	Coeficiente K redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3

40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Nota. Coeficientes K en función de la V, diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003

Dentro del diseño de curvas verticales nos encontramos con la longitud mínima de curva la cual nos permite garantizar la estética y la comodidad del usuario al momento de circular por la vía, el cálculo de dicha velocidad se lo realiza bajo la siguiente expresión.

$$L_{min} = 0.60 Vd$$

Donde:

L. min = Longitud mínima de curva vertical (m)

Vd. = Velocidad de diseño.

$$L_{min} = 15 m.$$

7.5.1.2. Curvas cóncavas

Dentro del diseño de curvas verticales, las curvas cóncavas necesitan ser lo más largas posibles, de tal manera que la longitud de los rayos de luz de los faros sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada de un vehículo. (MOP, 2003, pág. 211).

La normativa actual nos ofrece la siguiente expresión para el cálculo de la longitud de la curva cóncava.

$$L = \frac{A \times S^2}{122 + 3.5 \times S}$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

Para un cálculo más simple la normativa en su cuadro **VII-2** nos proporciona los distintos valores que puede tomar K en función de la velocidad de diseño.

Tabla 51

Coefficientes de diseño K para curvas verticales cóncavas

Velocidad de diseño Km/h	Distancia de visibilidad	Coefficiente K calculado	Coefficiente K redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Nota. Coeficientes K en función de la V diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de: MOP-001, 2003.

7.5.2. Diseño de curvas verticales dentro del proyecto.

Tabla 52*Diseño geométrico de curvas verticales*

ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL									
PCV	PTV	PIV	Elevación	CLV	Radio	Pendiente		K	Tipo
						Ingreso	Salida		
0+136.26	0+233.05	0+184.66	2,431.355m	96.790m	1,366.053m	2.32%	9.41%	13.661m	Cóncavo
0+269.83	0+330.17	0+300.00	2,442.205m	60.338m	1,486.369m	9.41%	13.47%	14.864m	Cóncavo
0+391.65	0+559.65	0+475.65	2,465.857m	168.000m	1,792.006m	13.47%	4.09%	17.920m	Convexo
0+604.31	0+644.72	0+624.52	2,471.910m	40.409m	430.827m	4.07%	13.44%	4.308m	Cóncavo
0+695.45	0+786.19	0+740.82	2,487.547m	90.741m	1,141.428m	13.44%	5.50%	11.414m	Convexo
0+819.76	0+893.33	0+856.55	2,493.906m	73.570m	803.799m	5.50%	14.65%	8.038m	Cóncavo
0+912.21	0+993.32	0+952.76	2,508.000m	81.113m	666.025m	14.65%	2.47%	6.660m	Convexo
1+090.89	1+172.88	1+131.89	2,512.445m	81.991m	889.275m	2.48%	11.70%	8.893m	Cóncavo
1+210.43	1+257.77	1+234.10	2,524.404m	47.342m	839.129m	11.70%	6.06%	8.391m	Convexo
1+341.81	1+411.12	1+341.81	2,530.929m	69.313m	3,111.749m	6.06%	8.29%	31.117m	Cóncavo

Nota. El diseño vertical se ha realizado siguiente la MTOP-2003. Elaborado por: Los Autores.

7.6. Movimiento de tierras.

Uno de los rubros más importante dentro de un proyecto vial es el movimiento de tierras, el cual está constituido por:

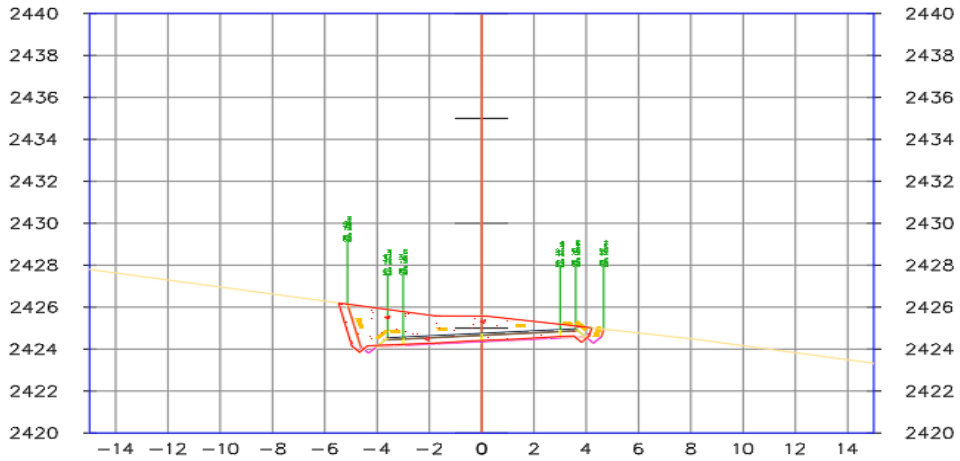
- Limpieza.
- Excavación.
- Transporte.
- Relleno.

El movimiento de tierras tiene su fundamento en el cálculo de volúmenes, el cual se lo realizara asumiendo un prismoide de profundidad constante, y los elementos que varían serán los perfiles transversales o áreas.

Figura 47

Sección Típica A1

SECCION 0+050

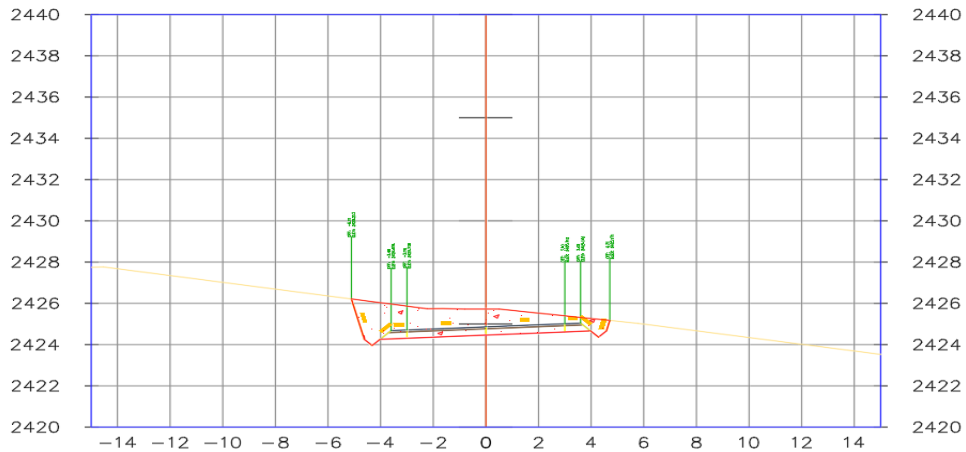


Nota. Se presenta la sección en la abscisa 0+050. Elaborado por: Autores

Figura 48

Sección Típica A2

SECCION 0+054



Nota. Se presenta la sección en la abscisa 0+054. Elaborado por: Autores

$$Vp = \frac{1}{2} (A1 + A2) * L$$

Vp = Volumen del prisma.

$A1$ = Área #1 de la primera sección transversal.

A2 = Área #2 de la segunda sección transversal.

L = Distancia entre secciones transversales.

Tabla 53

Cálculo de volumen de corte y relleno del proyecto

TABLA DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIV A	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOL. ACUMULADO DE RELLENO	VOL. ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN NETO
0+000.00	0	10.85	0	0	0	0	0
0+020.00	1.15	7.09	11.54	179.47	11.54	179.47	167.93
0+030.00	15.94	0	87.12	34.21	98.66	213.68	115.02
0+040.00	26.1	0	220.13	0	318.8	213.68	-105.11
0+050.00	26.23	0	273.1	0.01	591.89	213.69	-378.2
0+060.00	24.44	0	256.88	0.01	848.77	213.7	-635.07
0+080.00	7.74	0	321.76	0	1170.53	213.7	-956.83
0+100.00	0	10.02	77.37	100.18	1247.9	313.88	-934.02
0+120.00	0	20.67	0	306.85	1247.9	620.73	-627.17
0+140.00	0	30.61	0	512.79	1247.9	1133.52	-114.38
0+160.00	0	44.31	0	757.33	1247.9	1890.85	642.95
0+170.00	0.02	44.74	0.1	451.86	1247.99	2342.71	1094.71
0+180.00	0	46.68	0.09	462.2	1248.09	2804.91	1556.82
0+200.00	0	43.12	0	898.01	1248.09	3702.92	2454.83
0+220.00	0	35.05	0	781.73	1248.09	4484.64	3236.55
0+230.00	0	33.73	0	349.71	1248.09	4834.35	3586.26
0+240.00	0	26.75	0	318.27	1248.09	5152.63	3904.54
0+260.00	0.03	19.01	0.27	461.32	1248.36	5613.95	4365.59
0+280.00	3.22	11.8	32.49	308.09	1280.86	5922.04	4641.19
0+300.00	0	23.3	32.22	351	1313.07	6273.04	4959.97
0+320.00	0	41.75	0	650.55	1313.07	6923.59	5610.52
0+340.00	0	63.17	0	1049.25	1313.07	7972.84	6659.77
0+360.00	0.37	18.66	3.71	818.34	1316.78	8791.18	7474.4
0+380.00	15.95	0.22	163.2	188.8	1479.97	8979.98	7500.01
0+390.00	23.44	0	203.25	1.01	1683.22	8980.99	7297.77
0+400.00	17.98	0	219.4	0	1902.62	8980.99	7078.37
0+410.00	14.06	0.01	166.74	0.03	2069.37	8981.03	6911.66
0+420.00	15.33	0	154.09	0.03	2223.45	8981.06	6757.61
0+440.00	6.56	0.85	226.36	7.95	2449.81	8989.01	6539.2
0+460.00	0.01	12.65	65.76	134.99	2515.56	9124	6608.44
0+470.00	0	21.54	0.07	169.91	2515.64	9293.91	6778.28
0+480.00	0	35.01	0	273.46	2515.64	9567.38	7051.74
0+500.00	0	40.34	0	734.22	2515.64	10301.6	7785.96
0+520.00	0.02	21.85	0.17	621.98	2515.81	10923.57	8407.76
0+540.00	0	35.94	0.17	577.99	2515.99	11501.57	8985.58

0+560.00	0	71.18	0	1071.25	2515.99	12572.82	10056.83
0+580.00	0	60.65	0	1318.33	2515.99	13891.15	11375.17
0+590.00	0	31.52	0	496.44	2515.99	14387.6	11871.61
0+600.00	1.4	24.81	6.89	319.26	2522.88	14706.85	12183.98
0+610.00	7.97	4.46	43.7	173.07	2566.58	14879.93	12313.35
0+620.00	13.38	1.8	99.75	36.35	2666.33	14916.27	12249.95
0+630.00	11.65	10.49	112.02	71.08	2778.35	14987.35	12209.01
0+640.00	5.27	14.24	79.33	129.76	2857.67	15117.11	12259.44
0+660.00	13.95	1.05	192.23	152.9	3049.9	15270.01	12220.11
0+680.00	0	27.87	142.56	286.13	3192.46	15556.14	12363.68
0+690.00	0	65.3	0	448.5	3192.46	16004.64	12812.18
0+700.00	0	92.05	0	778.98	3192.46	16783.62	13591.15
0+710.00	0	55.2	0.01	720.9	3192.48	17504.52	14312.04
0+720.00	0.54	20.97	3.16	358.36	3195.64	17862.87	14667.24
0+730.00	5.25	17.66	32.62	172.4	3228.25	18035.27	14807.02
0+740.00	0.22	46.79	30.79	294.03	3259.04	18329.3	15070.26
0+760.00	0	69.27	2.22	1160.6	3261.26	19489.9	16228.63
0+780.00	0	66.04	0	1353.09	3261.26	20842.99	17581.73
0+800.00	0	46.98	0	1130.17	3261.26	21973.16	18711.9
0+820.00	0	46.32	0	933	3261.26	22906.16	19644.89
0+840.00	0	63.32	0	1099.98	3261.26	24006.14	20744.88
0+850.00	0.16	49.87	0.66	619.05	3261.92	24625.19	21363.28
0+860.00	0.04	64.85	0.83	634.71	3262.75	25259.9	21997.15
0+870.00	0.01	73.29	0.22	760.38	3262.96	26020.28	22757.32
0+880.00	0.05	57.59	0.29	654.38	3263.25	26674.66	23411.41
0+900.00	0.31	40.44	3.6	980.35	3266.85	27655.01	24388.16
0+920.00	5.47	32.09	57.83	725.37	3324.68	28380.38	25055.7
0+940.00	0.75	32.17	62.15	642.64	3386.84	29023.03	25636.19
0+960.00	0	54.18	7.45	863.53	3394.29	29886.55	26492.27
0+980.00	0	32.83	0	845.65	3394.29	30732.2	27337.91
0+990.00	0	30.2	0	298.5	3394.29	31030.7	27636.42
1+000.00	0	20.81	0	255.05	3394.29	31285.75	27891.46
1+020.00	0.46	17.84	4.57	386.53	3398.86	31672.28	28273.42
1+040.00	0.1	19.01	5.6	368.48	3404.46	32040.76	28636.31
1+060.00	0	61.98	1.03	809.87	3405.48	32850.63	29445.15
1+080.00	0	35.05	0	982.64	3405.48	33833.28	30427.79
1+100.00	21.75	18	217.52	530.54	3623.01	34363.81	30740.81
1+120.00	37.86	7.6	596.13	256.04	4219.13	34619.85	30400.72
1+140.00	0.81	27.34	386.75	349.41	4605.88	34969.26	30363.38
1+160.00	0	88.59	8.15	1159.27	4614.03	36128.54	31514.51
1+180.00	0	124.93	0	2155.47	4614.03	38284.01	33669.98
1+190.00	0	127.6	0	1365.21	4614.03	39649.21	35035.18
1+200.00	0	85.46	0	1156.44	4614.03	40805.65	36191.62
1+210.00	0	24.82	0	555.24	4614.03	41360.89	36746.86
1+220.00	0	14.75	0	197.86	4614.03	41558.74	36944.71

1+240.00	4.19	21.38	40.22	376.74	4654.25	41935.48	37281.23
1+250.00	23.26	4.34	117.01	147.27	4771.26	42082.75	37311.49
1+260.00	53.88	0.07	348.7	23.9	5119.96	42106.65	36986.7
1+280.00	35.65	0	895.32	0.79	6015.27	42107.44	36092.17
1+300.00	0	4.59	384.77	44.62	6400.04	42152.07	35752.03
1+310.00	1.42	6.46	8.48	51.1	6408.52	42203.17	35794.65
1+320.00	1.62	8.45	18.09	67	6426.61	42270.17	35843.56
1+340.00	0	36.71	16.59	446.8	6443.2	42716.97	36273.77
1+360.00	0	60.29	0	969.93	6443.2	43686.9	37243.71
1+380.00	0	16.33	0	795.83	6443.2	44482.73	38039.53
1+390.00	11.76	0.19	58.02	84.36	6501.21	44567.09	38065.88
1+400.00	15.23	0.39	134.98	2.9	6636.2	44570	37933.8
1+420.00	0.01	26.87	156.82	269.59	6793.02	44839.59	38046.57
1+430.00	0	54.99	0.05	384.74	6793.07	45224.33	38431.26
1+440.00	0	96.99	0	752.91	6793.07	45977.24	39184.17
1+460.00	0	36.7	0	1336.87	6793.07	47314.11	40521.04
1+470.00	0.45	29.12	2.14	356.89	6795.21	47671	40875.79
1+480.00	11.84	7.45	55.85	204.14	6851.06	47875.14	41024.08
1+500.00	12.3	15.1	241.39	225.57	7092.45	48100.71	41008.26

Nota. El cálculo de volúmenes de lo realizo asumiendo un prismoide. Elaborado por: Los Autores.

CAPÍTULO VIII

DISEÑO DEL PAVIMENTO

8.1. Introducción

La necesidad de tener una vía en condiciones óptimas y estables que conecte la parroquia de Atahualpa con el Barrio de San Luis de Aloguincho aumenta constantemente, por lo que es importante ampliar y mejorar el tramo que se encuentra habilitado actualmente Km 1+822-3+382, siendo estos dos sectores proveedores de productos agrícolas y ganadería.

Este estudio pretende establecer el diseño de pavimento que se adapte a las necesidades de los pobladores, el mismo que deberá garantizar durabilidad, desempeño y seguridad en la vía estudiada. Teniendo en cuenta que el pavimento es un elemento importante para la construcción y habilitación de la vía.

El pavimento es una estructura formada por un conjunto de capas de varios materiales para facilitar el tránsito de personas, animales o vehículos, en la vía en cualquier época del año y bajo cualquier condición, por lo que su diseño debe cumplir con las normas exigidas siendo su resultado un pavimento de calidad que genere seguridad, rapidez y comodidad.

Para la determinación de los materiales de las capas del pavimento se seleccionan de acuerdo a la disponibilidad económica y física, además que se considera que mientras más superficial son las capas, estas deberán ser más resistentes. La capa que se encuentra en contacto directo con el tránsito se denomina capa de rodadura, las capas que se encuentran por debajo de esta se las llama base y sub-base, y al terreno natural se lo denomina sub-rasante el mismo que es el que soporta al pavimento.

8.2. Tipos de pavimentos

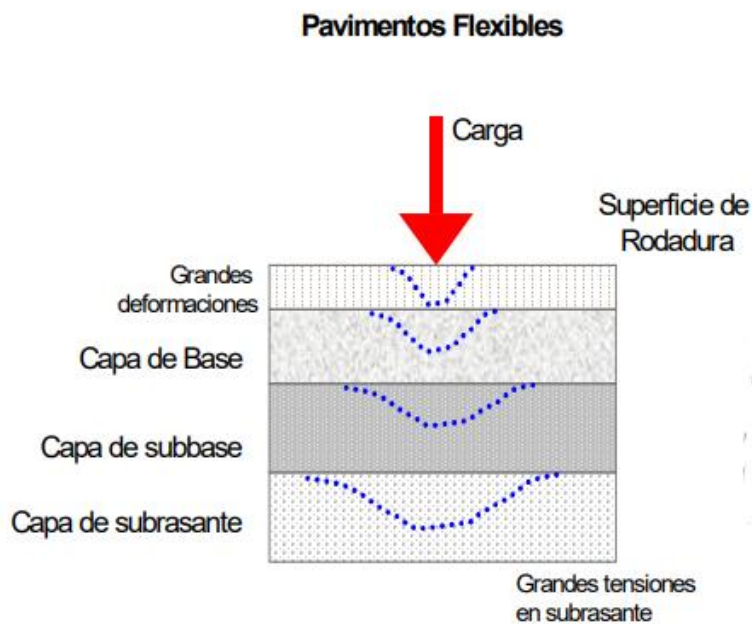
8.2.1. Pavimento flexible

El pavimento flexible es el que se encuentra formado por una superficie de rodadura y una o varias capas de material bituminoso flexibles es decir capas de materiales granulares compactados (base y sub- base) las mismas que transfieren esfuerzos hacia la sub- rasante, este tipo de pavimento se acomoda a las cargas que transitan en él.

Para este pavimento la superficie de rodadura tiene menos rigidez y se deforma más, por lo que en la sub- rasante se generan grandes tensiones, tal como lo indica el siguiente gráfico:

Figura 49

Comportamiento de Pavimentos Flexibles



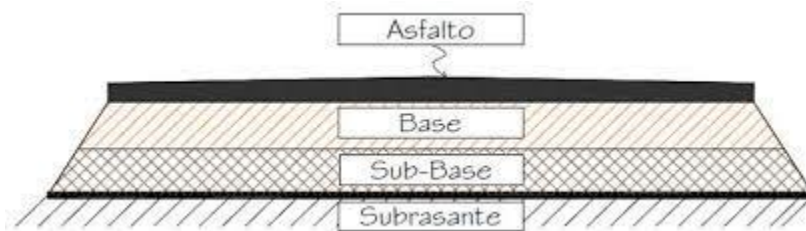
Nota Se presenta las tensiones generadas en pavimentos flexibles. Fuente: Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos 2008

8.2.1.1. Capas que intervienen en el pavimento flexible

La estructura de pavimento flexible está conformada por varias capas de diferentes materiales, y se ubican en orden descendente de la siguiente manera respectivamente: Capa de Rodadura (Asfalto), Base, Sub- base y Subrasante.

Figura 50

Sección Transversal de Pavimento Flexible



Nota. Estructura de un pavimento flexible. Fuente: Análisis superficial y metodologías de pavimento.

8.2.1.1.1. Capa de rodadura

Esta capa recibe las cargas de forma directa y también se encarga de transmitir las cargas disipadas a las capas inferiores, se puede conseguir fabricar esta capa por proceso en frío o caliente, esta capa posee las siguientes características:

- Capacidad estructural de resistir tensiones que se generen debido a las cargas que produce el tránsito
- Impide paso de agua hacia las capas inferiores
- Tiene que resistir condiciones rigurosas debido al clima y tráfico.
- Capa uniforme que proporciona circulación de forma segura y estable

8.2.1.1.2. Base

La capa base cumple con la función de disipar tensiones ocasionadas en la capa de rodadura por el tránsito, se encarga de distribuir y transmitir las cargas a las siguientes capas. Tiene las siguientes características:

- Asimilar esfuerzos horizontales que se generan en las capas inferiores
- No debe permitir que se ocasione ascensión capilar
- Se conforma de áridos, cal, asfalto y otros agentes estabilizantes.

Para la normativa ecuatoriana MOP- 001- F 2002:

La capa de base se colocará 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 o en las disposiciones especiales. (pág. IV 48. 2002).

8.2.1.1.3. Sub-base

Es la capa que transmite, soporta y distribuye uniformemente las cargas aplicadas, la subbase también controla los cambios de volumen y elasticidad para que no afecte a la estructura del pavimento. Cuenta con las siguientes características:

- Se lo realiza con materiales de baja calidad y costo
- Controla la ascensión capilar del agua
- Se puede conformar con materiales estabilizados o no.

Según la MOP- 001- F 2002 la capa de subbase se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. (pág. IV 38. 2002).

8.2.1.1.4. Subrasante

Capa de superficie terminada, a nivel de movimiento de tierras ya sea corte o relleno, que soporta toda la estructura vial, esta capa por ninguna razón deberá ser afectada por los distintos tipos de cargas, que soportan la vía.

Para el SNIP PERÚ

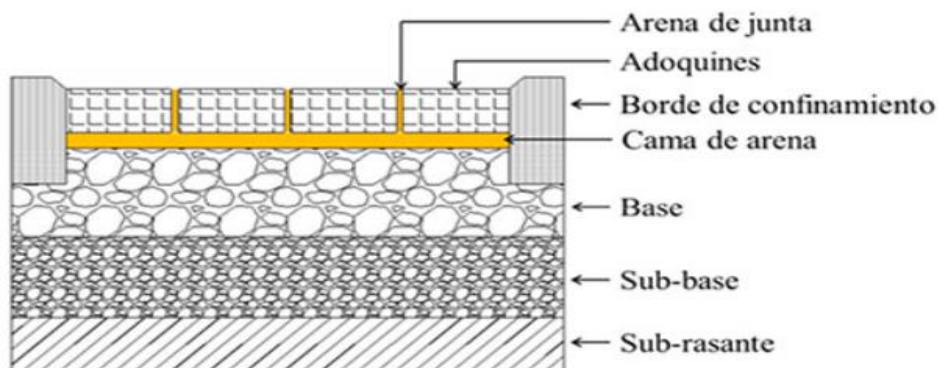
La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. (pág. 12. 2015).

8.2.2. Pavimento semiflexible o articulado (Adoquinado).

Los pavimentos articulados se componen por capas al igual que los pavimentos flexibles, su principal diferencia radica en el tipo de capa de rodadura, la cual se conforma por adoquines intertrabados, que brindan al pavimento un comportamiento semiflexible, una cama de arena, base, sub-base y sub-rasante.

Figura 51

Elementos estructurales de un pavimento de adoquines



Nota. Se expresan los principales elementos que conforman el pavimento semi flexible. Fuente: Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Fuente: Bahamondes, 2013.

8.2.2.1. Capas del pavimento semiflexible

8.2.2.1.1. Capa de rodadura

Se constituye por adoquines, su espesor varío de entre 60 y 100 mm, dependiendo de las solicitaciones a las cuales están expuestas la vía. Para la normativa ecuatoriana NTE INEN 1488 su resistencia característica a la compresión a los 28 días será de 40 MPa.

Tabla 54

Clasificación de tránsito y tipo de adoquín

Tipo de uso	No. de vehículos por día mayores de 3t brutas	Equivalente total de repeticiones de eje estándar después de 20 años de servicio	Forma recomendada de adoquín	Resistencia característica (MPa) compresión a los 28 días
Peatonal	0	0	A,B,C	(20)
Estacionamiento y calles residenciales	0-150	$0-4,5 \times 10^5$	A,B,C	(30)
Caminos secundarios y calles y principales	150- 1500	$4,5 \times 10^5 -4,5 \times 10^6$	A	(40)

Nota. Se presentan el tipo de adoquín a utilizar basado en el su uso. Fuente: NTE INEN 1488. 2016.

La arena de juntas se utiliza para rellenar los intersticios entre adoquines para favorecer la trabazón mecánica entre las caras laterales; el espesor de esta junta puede varia como máximo entre 2 y 5 mm. (Brahamondes, Echaverguren, & Vargas , 2013, págs. 17 - 26).

8.2.2.1.2. Cama de arena

La cama de arena constituye un elemento de nivelación, afianza la colocación del adoquín y en conjunto con la capa de rodadura permite una mayor disipación de tensiones, transmitiendo esfuerzos entre adoquines. Por lo general el espesor de esta cama varia de entre los 20 y 30 mm (Compactado).

8.2.2.1.3. Base

La capa base cumple con la función de disipar tensiones ocasionadas en la capa de rodadura por el tránsito, se encarga de distribuir y transmitir las cargas a las siguientes capas.

Tiene las siguientes características:

- Asimilar esfuerzos horizontales que se generan en las capas inferiores
- No debe permitir que se ocasione ascensión capilar
- Se conforma de áridos, cal, asfalto y otros agentes estabilizantes.

La capa de base se colocará 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 o en las disposiciones especiales. (MOP- 001- F 2002, pág. IV 48. 2002).

8.2.2.1.4. Sub- Base

Es la capa que transmite, soporta y distribuye uniformemente las cargas aplicadas, la subbase también controla los cambios de volumen y elasticidad para que no afecte a la estructura del pavimento. Cuenta con las siguientes características:

- Se lo realiza con materiales de baja calidad y costo
- Controla la ascensión capilar del agua
- Se puede conformar con materiales estabilizados o no.

Según la MOP- 001- F 2002 la capa de subbase se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. (pág. IV 38. 2002).

8.2.2.1.5. Subrasante

Capa de superficie terminada, a nivel de movimiento de tierras ya sea corte o relleno, que soporta toda la estructura vial, esta capa por ninguna razón deberá ser afectada por los distintos tipos de cargas, que soportan la vía.

Para el SNIP PERÚ

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. (pág. 12. 2015).

8.3. Provisiones para el diseño de pavimentos

8.3.1. Subrasante

La Subrasante, según lo expresan los ensayos de laboratorio posee un **CBR equivalente al 8.02 %**, y en su mayoría posee un suelo ML un limo de bajo plasticidad.

Para el diseño de pavimentos es necesario calcular el módulo resiliente el cual se define como el esfuerzo desviador del suelo con respecto a las deformaciones elásticas del suelo. Es un parámetro dinámico que se utiliza para representar las propiedades de la subrasante en el diseño de pavimentos, frente una repuesta cíclica que simula el paso del tráfico, debido a que por lo general las fallas que se producen en los pavimentos se dan debido al paso del tráfico, ya que el pavimento registra problemas antes de llegar al esfuerzo máximo al corte, fallando por fatiga del material.

Por lo general resulta complejo el realizar el ensayo del módulo resiliente debido a esto la Guía de diseño AASHTO 93 ha propuesto correlaciones con el CBR expresadas mediante ecuaciones para la determinación del MR.

- Si el CBR es menor o igual al 7.2%, $Mr=1500 \text{ CBR}$ (psi).
- Si el CBR es mayor o igual a 20% pero menor al 7.2% entonces, $Mr=3000 * CBR^{0.65}$ (psi).
- Si el CBR es mayor a 20 % entonces el, $Mr= 436 * \ln CBR + 241$ (psi).

Por lo que para el presente proyecto el módulo resiliente es:

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr = 3000 * 8.02^{0.65} = 11610.063 \text{ psi}$$

8.3.2. Sub -base

La normativa MOP F 001 del año 2002 nos indica las características mínimas de un material para ser considerado sub base:

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 correspondiente a un CBR igual o mayor del 30%. (pág. IV- 38, 2002).

La normativa además nos expresa distintos tipos de Sub base basados en la granulometría, y las características de la mina y del tipo de agregado. Debido a las características del material y que este no puede ser triturado, el material únicamente puede ser graduado o clasificado como una Sub Base tipo 3.

Tabla 55

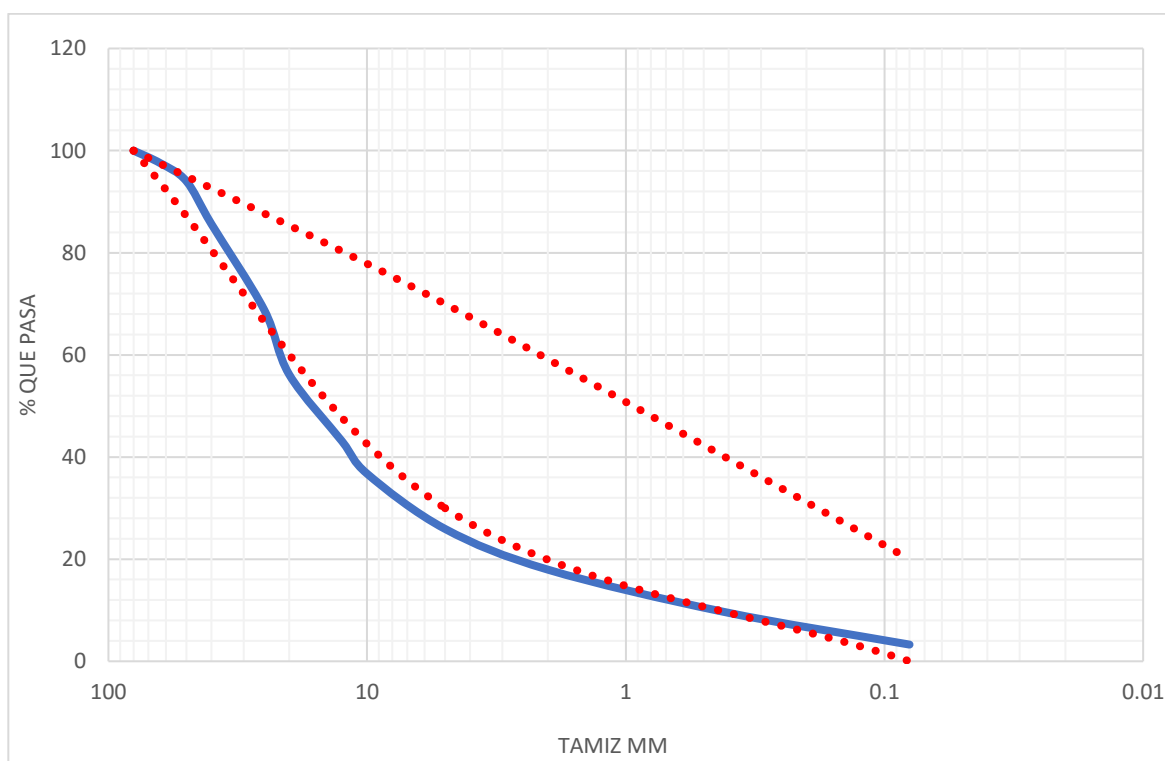
Porcentaje de peso que pasa a través de malla cuadrada.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Nota. Faja patrón de una Sub Base tipo 3. Fuente: Normativa MOP F001 del 2002.

Figura 52

Granulometría comparada con la faja SUB BASE TIPO 3



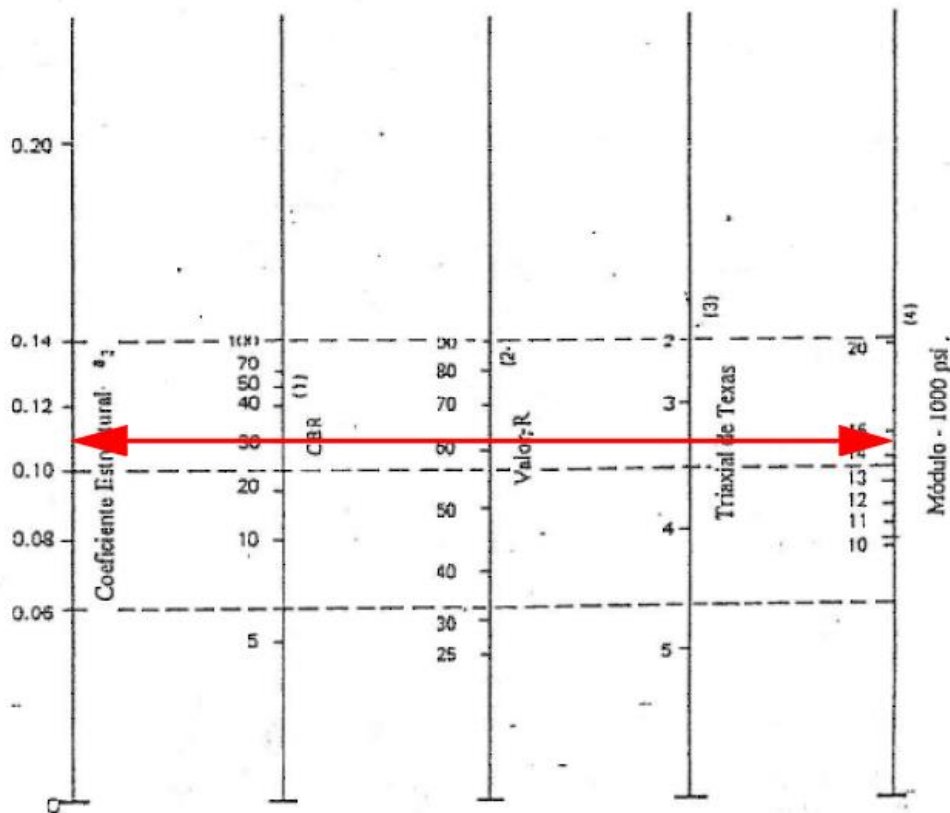
Nota. Se expresa la granulometría del material de la mina Pucará. Elaborado por: Los Autores.

Ya que el material presento una abrasión del 44% podemos aceptar al material para ser utilizada como de Sub base, pese a que este no cumple las características granulométricas necesarias expuestas por normativa. Será deber del Fiscalizador aceptar el material para ser utilizado.

Uno de los parámetros necesarios para el diseño de un pavimento sea cual este sea, es el módulo resiliente M_r , este módulo lo podemos obtener gracias a la guía AASHTO para Diseño de estructura de pavimentos del año 93, el cual correlaciona este parámetro con el CBR, además nos proporciona un coeficiente estructural a_3 necesario para el posterior diseño de pavimentos flexibles

Figura 53

Abaco para la determinación del coeficiente a_3 .



Nota. Módulo resiliente para Sub- Bases y el coeficiente a_3 . Fuente: Guiar AASTO para diseño de estructuras de pavimentos.

Tabla 56

Características de la Sub base

Índice californiano (CBR)	30%
Modulo resiliente (Mr.)	14570.97
Coficiente estructural (a3)	0.11

Nota. características mecánicas y de diseño para la Sub Base. Elaborado por: Los Autores.

8.3.3. Base

La normativa MOP F001 del año 2002 nos indica las características mínimas de un material para ser considerado base:

Para este caso el porcentaje de suelo que pasa por el tamiz N°40, su límite líquido 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%. (pág. IV- 48. 2002).

La normativa además nos expresa distintos tipos de Base basados en la granulometría, y las características de la mina y del tipo de agregado. Debido a las características del material y que este no puede ser triturado, el material únicamente puede ser graduado o clasificado como una Base tipo 4.

Tabla 57

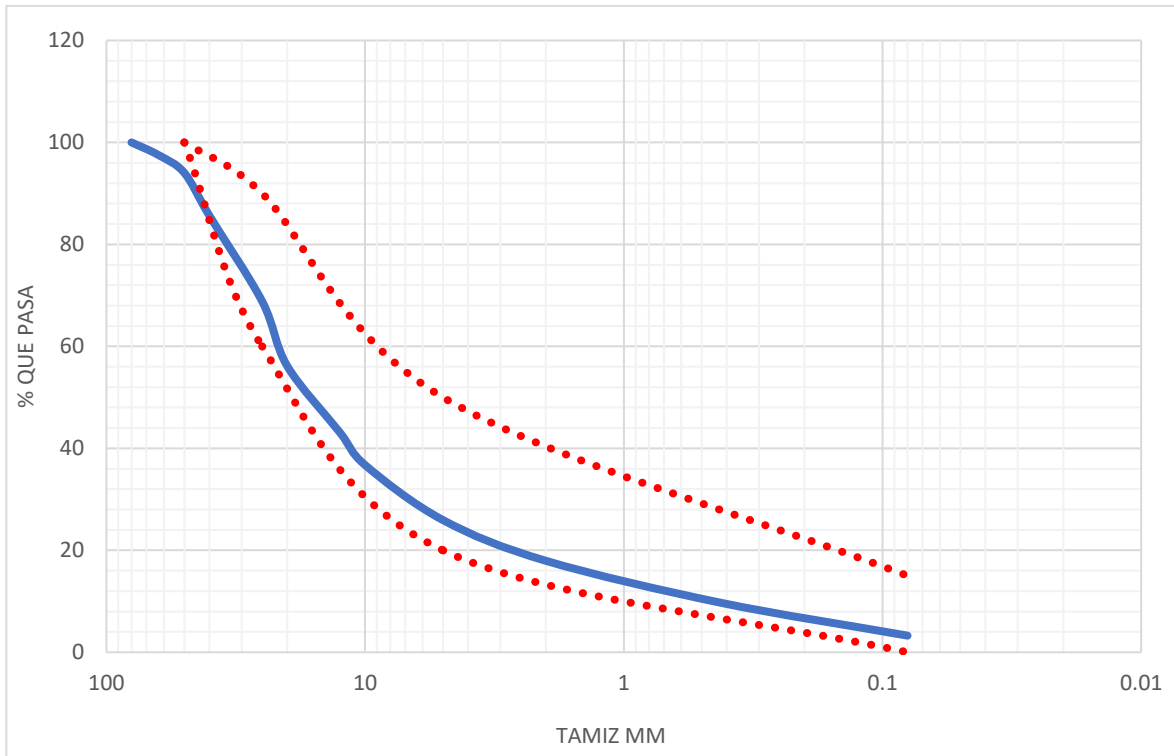
Porcentaje de peso que pasa a través de malla cuadrada.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
N° 4 (4.76 mm.)	20 - 50
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15

Nota. Faja patrón de una Base tipo 4. Fuente: Normativa MOP F001 del 2002.

Figura 54

Granulometría comparada con la faja BASE TIPO 4



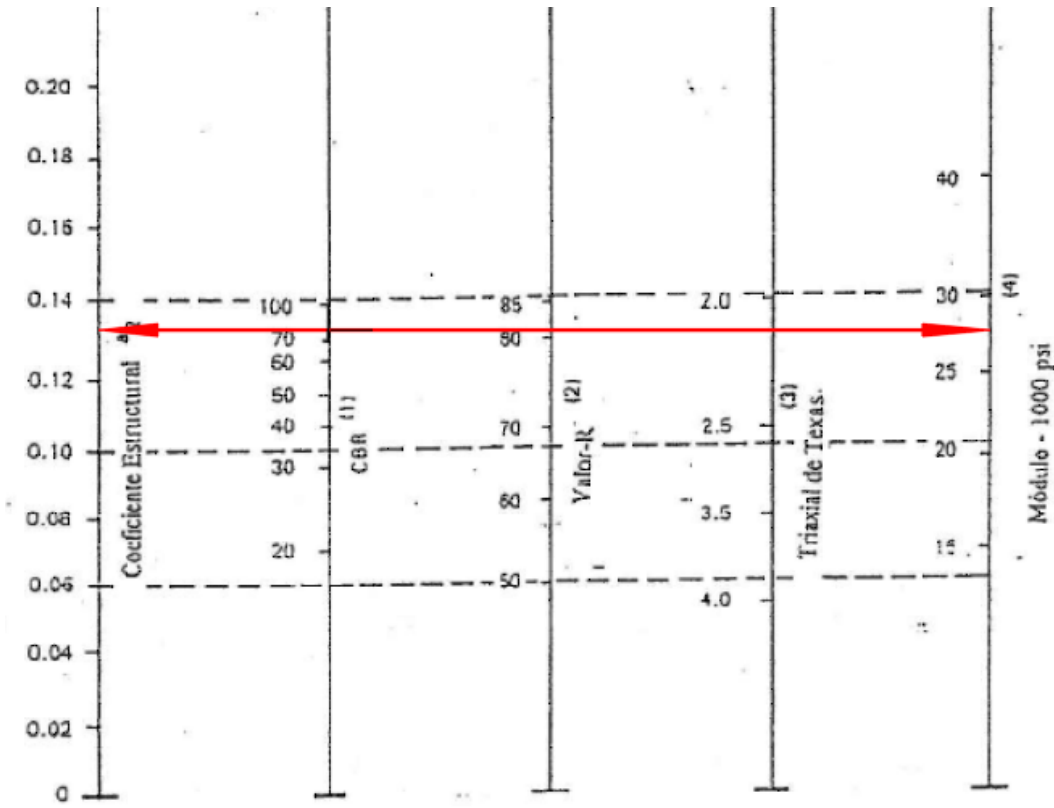
Nota. Se expresa la granulometría del material de la mina Pucará. Elaborado por: Los Autores.

Ya que el material presento una granulometría que se ajusta de manera óptima a la faja expuesta por la normativa y que solo le falta un 4% de abrasión el material es aceptado como Base tipo 4 para ser utilizada en el proyecto. Sera deber del fiscalizados aceptar o descartar el material.

El módulo resiliente M_r , lo podemos obtener gracias a la guía AASHTO para Diseño de estructura de pavimentos del año 93, el cual correlaciona este parámetro con el CBR, además nos proporciona un coeficiente estructural a_2 necesario para el posterior diseño de pavimentos flexibles.

Figura 55

Abaco para la determinación del coeficiente a2



Nota. Módulo resiliente para Bases y el coeficiente a2. Fuente: Guiar AASTO para diseño de estructuras de pavimentos.

Tabla 58

Características de la Base

Índice californiano (CBR)	80%
Modulo resiliente (Mr.)	27834.484
Coeficiente estructural (a2)	0.13

Nota. características mecánicas y de diseño para la Base. Elaborado por: Los Autores.

8.3.4. Carpeta asfáltica

La carpeta asfáltica se encuentra conformada por agregados granulares y asfálticos, esta capa se colocará sobre la base la cual permitirá una disipación de esfuerzos provenientes de la capa de rodadura.

Para la normativa actual para la construcción de caminos y puentes:

La carpeta asfáltica deberá proveer una un buen agarre, y resistir el deslizamiento de los neumáticos, debe resistir al desgaste como a la fractura para soportar las distintas cargas, en pavimentos de poco a regular tránsito se colocar una carpeta de un solo espesor y en casos de tráfico intenso y pesado el espesor de la carpeta asfáltica se divide en: Carpeta de desgaste y capa de liga. (MOP F001, pág. 280, 2002).

La normativa también nos permite seleccionar las características que ha de cumplir el tipo de mezcla asfáltica fabricada en planta relacionada con el tipo de flujo que transitara sobre la vía.

Tabla 59

Criterios de control de mezclas asfálticas

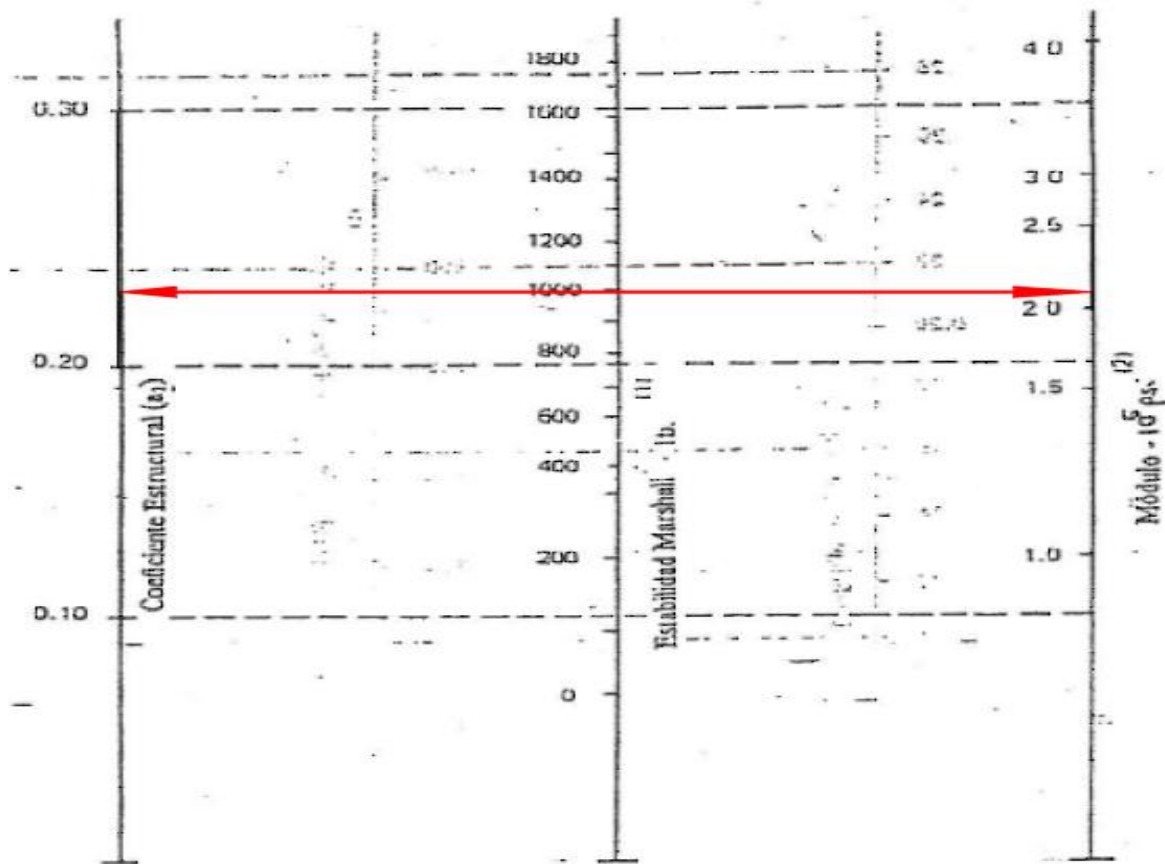
TIPO DE TRAFICO	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
No. De Golpes/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	----	1800	----	1200	----	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
% de vacíos en mezcla								
- Capa de Rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
- Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
- Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9
% Vacíos agregados	VER TABLA 405-5.5							
Relación filler/betún	0.8	1.2	0.8	1.2				
% Estabilidad retenida luego 7 días en agua temperatura ambiente								
- Capa de Rodadura	70	----	70	----				
- Intermedia o base	60	----	60	----				

Nota. Se especifican las características que debe tener el asfalto, en función del tipo de tráfico.
Fuente: MOP F001, 2002.

En base a lo expuesto anteriormente se tiene que el valor de la estabilidad Marshall mínimo es de 1000 lb para tráfico Liviano, con este valor y gracias al Abaco proporcionado por el comité AASHTO el 93 se puede determinar el módulo resiliente y el coeficiente estructural útil para el diseño de pavimentos flexibles.

Figura 56

Abaco para la determinación del coeficiente a1



Nota. Módulo resiliente para Capa Asfáltica y el coeficiente a2. Fuente: Guiar AASTO para diseño de estructuras de pavimentos.

Tabla 60

Características de la Capa Asfáltica

Mr	210630.41
Coficiente a1	0.23

Nota. características mecánicas y de diseño para la Capa de Rodadura. Elaborado por: Los

Autores

8.3.5. Adoquinado

La normativa MOP F001 nos expresa que:

El adoquín de piedra debe tener la forma y dimensiones estipuladas en los planos, y cumplirá todos los requisitos exigidos para piedra labrada que se indica en la Sección 818 de estas Especificaciones, salvo que el material no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles. (pág. VII-92, 2002).

Además, nos expresa que el adoquín terminado deberá cumplir con la especificado en la normativa INEN 1485, la cual como se mencionó anteriormente nos indica que para caminos secundarios y principales la resistencia máxima a la compresión será de 40 MPa o 400 kg/cm².

8.3.5.1. Capa de asiento.

Se definirá como la capa de soporte donde reposará el adoquín, una capa que no existe dentro del diseño de pavimento flexible, para la normativa MOP F001:

La capa de asiento de los adoquines (y también del empedrado cuando así esté especificado en los planos), estará conformada por arena fina, del espesor señalado en los planos, y pasará en su totalidad el tamiz N°10. El material no contendrá más del 5% de tamaños menores al del tamiz N°200 y debe cumplir con los requisitos de resistencia a la abrasión y durabilidad que se establecen en la subsección 803-3 de estas especificaciones, realizados con material adecuado, procedente de los mismos bancos o canteras de los cuales se explotará el material. (pág. VIII-92, 2002).

8.4. Diseño de pavimentos por el método AASHTO del 93

8.4.1. Pavimentos flexibles.

Es aquí donde describiremos el diseño para pavimentos de concreto asfáltico (C.A), el diseño se basa en determinar el número estructural (NE), del pavimento flexible para mantener el nivel proyectado de repeticiones de carga.

La finalidad del método AASHTO 93 para pavimentos flexibles es la determinación de los espesores de la estructura del pavimento, en la actualidad la aplicación de este método es conservador y el más difundido en el medio. El método AASHTO nos presenta la siguiente ecuación la cual rige el diseño.

$$\log_{10} W_{18} = Z_r + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.07$$

W18 = Número de repeticiones de cargas equivalentes de 18 kips. (8.2 Ton) acumuladas en el periodo de diseño.

Z r = Desviación normal.

So = Desviación estándar.

SN = Número estructural [pulg].

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad.

Mr= Módulo resiliente de la subrasante [psi].

8.4.1.1. Periodo de diseño (vida útil del pavimento)

La vida útil del pavimento se mide desde el momento en el cual se procede a construir hasta el instante en el cual empieza a decaer el nivel de serviciabilidad.

Para Córdova, H, en su tesis de grado previa a la obtención de título universitario titulada *DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA CAMINO REAL Y LA LINDERA, II ETAPA UBICADA EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, CANTÓN SALCEDO PARROQUIA SAN ANTONIO JOSÉ*

HOLGUÍN, nos indica que: El periodo de diseño que se emplea en el diseño de un pavimento flexible es de 15-20 años, la obtención de éste se lo realiza en base a la tasa de crecimiento anual del tráfico. (pág. 65, 2018).

Dicho comentario es congruente con lo expresado en capítulo de estudio de tráfico.

8.4.1.2. Tránsito equivalente.

Según lo calculado en el capítulo 6 el número de ejes equivalentes de 8.2 Ton es igual a $W18 = 376121$.

8.4.1.3. Nivel de confiabilidad (R)

La guía AASHTO del 93 nos expresan algunas definiciones validas de confiabilidad de las cuales destaca: La confiabilidad es la probabilidad de que bajo aplicaciones de carga, un pavimento pueda permanecer a un nivel de serviciabilidad mínimo especificado, si es que no excede el número de aplicaciones de carga, aplicadas actualmente al pavimento. (pág., 80. 1993).

El comité AASHTO en sus investigaciones y basados en el nivel de flujo vehicular han determinado el nivel confiabilidad basados en tipo de carreteras y el nivel de funcionamiento.

Tabla 61

Niveles de confiabilidad para varios tipos de carreteras

Tipos de carreteras	Niveles	
	Urbanas	Rurales
Carreteras interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Vías colectoras	80-95	75-95
Vías locales	50-80	50-80

Nota: Confiabilidad para Carreteras. Elaborado por: Los Autores, a través de La guía de diseño AASHTO del 93.

Según lo analizado en el capítulo 6 clasificamos a la vía como un camino vecinal, una clasificación inferior a las vías colectoras por lo que definimos el nivel de confiabilidad del

proyecto **R= 70**, posteriormente nos guiaremos en lo expuesto por el comité AASHTO del 93 para la determinación de la desviación estándar, basados en el nivel de confiabilidad.

Tabla 62

Valores de la Desviación Estándar Normal (Zr)

Confiabilidad (%)	Desviación Estándar
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
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

Nota. Correspondiente a Niveles Seleccionados de Confiabilidad. Fuente: La Guía AASHTO del 1993.

Desviación estándar **Zr = -0.524**

8.4.1.4. Desviación Estándar total.

La guía AASHTO del 93 nos proporciona la siguiente tabla para la determinación de la desviación estándar total, basados en el tipo de estructura de pavimento.

Tabla 63*Rango de valores So*

Proyecto de pavimento	Desviación estándar total (So)
Rango para pavimentos rígidos	0.3-0.4
Rango para pavimento flexible	0.4-0.5
Construcción nueva	0.45
Sobre capas	0.5

Nota. Desviación estándar total. Elaborado por: Los Autores, a través de La guía de diseño

AASHTO del 93

Desviación estándar total **So = 0.4**

8.4.1.5. Pérdida de serviciabilidad

Definimos a la serviciabilidad como la habilidad del pavimento para servir de manera óptima al tipo de tráfico (Automóviles y camiones, la medida que se utiliza para cuantificar la serviciabilidad es el índice de serviciabilidad presente (PSI).

La pérdida de serviciabilidad la determinamos como la diferencia entre la serviciabilidad original o de inicio P_o y el índice de serviciabilidad final P_t .

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

ΔPSI = Pérdida de Serviciabilidad.

P_o = Índice de servicio inicial.

P_t = Índice de servicio final.

Tabla 64*Serviciabilidad Inicial P_o*

Tipo de Pavimento	Serviciabilidad inicial (P_o)
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Nota. Serviciabilidad. Elaborado por: Los Autores, a través de guía de diseño AASHTO del 93

Tabla 65

Serviciabilidad final Pt

Tipo de Pavimento	Serviciabilidad final (Pt)
Autopista	2.5-3
Carretera	2.0-2.5

Nota. Serviabilidad final. Elaborado por: Los Autores, a través de guía AASHTO del 93

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

8.4.1.6. Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos

Para la determinación de las características de drenaje es necesario determinar la calidad de drenaje de cada una de las capas que intervienen la estructura, estos valores se aplican únicamente para bases y subbases no tratadas ya que es imposible tomar en cuenta el efecto del drenaje en el asfalto.

Por lo que será necesario tomar en cuenta el % de tiempo que la estructura está expuesta a Niveles de Humedad Cercanos a la Saturación.

$$TH = \frac{\text{Precipitación en meses de invierno} * 100}{\text{Precipitación total anual}}$$

Las precipitaciones que intervienen en el cálculo provienen de una serie multianual que comprenden desde año 2000 hasta el año 2009, con lo que tenemos que los meses de invierno presenta una precipitación acumulada de 303 mm y un promedio de precipitaciones anual de 593.2 mm.

$$TH = \frac{303 * 100}{593.2}$$

$$TH = 51.079 \%$$

Gracias a este porcentaje y a los estudios realizados por el comité AASHTO del 93 podremos determinar los coeficientes estructurales para Base y Sub base los cuales permiten determinar los espesores de capa.

Tabla 66

Valores m.i recomendados para los coeficientes de capa

CALIDAD DE DRENAJE	PORCENTAJE DE TIEMPO CON LA ESTRUCTURA EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD PRÓXIMOS A			
	<1%	1 a 5%	5 a 25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Nota. Valores m.i recomendados para los coeficientes de capa modificados de material base y subbase no tratada para pavimentos flexibles. Elaborado por: Los Autores, a través de guía AASHTO del 93

— **Base** **m2= 1.20.**

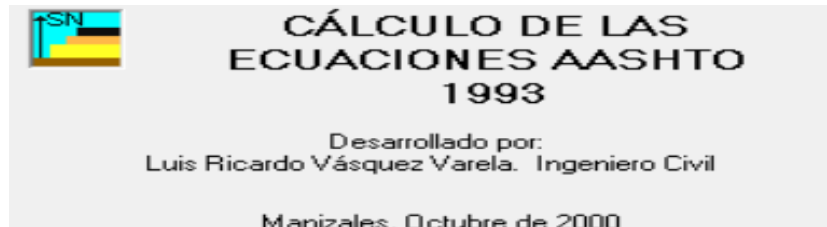
— **Sub- base** **m3= 1.00.**

8.4.1.7. Determinación del número estructural

La determinación del número estructural SN, se lo obtiene de acuerdo a la ecuación propuesta por el comité AASHTO 93. Dicho cálculo se lo realiza de manera iterativa, por lo que para el proyecto se ha decidido tomar en cuenta la utilización del programa libre “ECUACIÓN AASHTO 93”, el cual ha sido avalado por distintos autores.

Figura 57

Programa para el cálculo de la Ecuación AASHTO



Fuente: CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993. Ing. Vásquez Varela.

Dicho programa de acceso libre es un algoritmo que itera con un bajo porcentaje de error la ecuación propuesta por la AASHTO para pavimentos flexibles.

$$\log_{10} W_{18} = Zr + 9.36 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} Mr - 8.07$$

Figura 58

Cálculo del número estructural.

Nota. Cálculo del número estructural requerido por tránsito. Elaborado por: Los Autores, a través de Ecuación AASHTO del 93

Según el cálculo realizado obtenemos que el número estructural **SN= 2.15**. Este número estructural representa el valor que soporta la vía por tráfico.

8.4.1.8. Espesores mínimos en función del número estructural

Una vez se ha determinado el número estructural, es posible obtener los espesores de cada capa que lo conforman la estructural del pavimento es por eso que la AASHTO 93 en su guía de diseño de pavimentos nos expresa la siguiente ecuación

$$SN = a1 * D1 + a2 * D2 * m2 + a3 * D3 * m3$$

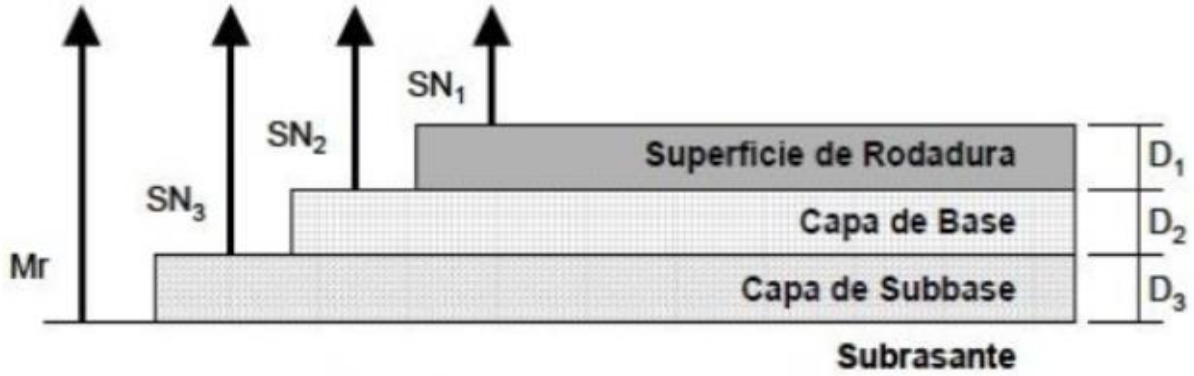
a1, a2, a3= Coeficientes de capa representativos de la superficie, base, sub- base respectivamente.

D1, D2, D3= Espesores reales en pulgadas de la superficie, capas de base y sub- base, respectivamente.

m2, m3= Coeficientes del drenaje para las capas de base y sub- base respectivamente.

Figura 59

Sistema multicapas



Nota. Se expresa el cómo se conforma la estructural del pavimento. Fuente: AASHTO 93.

Debemos entender que el número estructural SN, calculado anteriormente, debe ser menor o igual a la sumatoria de los números estructural por capa.

$$SN_{TRAFICO} \leq \sum SN_{CAPA}$$

Para la determinación de los espesores tenemos que:

Tabla 67

Espesores de capa método AASHTO 93

CAPA DE RODADURA	$SN1=a1 \cdot D1$	$D1=SN1/a1$
BASE	$SN2=a2 \cdot m2 \cdot D2$	$D2=(SN2-SN1)/(a2 \cdot m2)$
SUB- BASE	$SN3=a3 \cdot m3 \cdot D3$	$D3=(SN3-(SN1+SN2))/(a3 \cdot m3)$

Nota. Cálculo de los espesores de capa en función de su número estructural. Elaborado por: Los Autores.

— Número Estructural de la Carpeta asfáltica

Mr= 210630.41 PSI.

a1= 0.23.

Figura 60

Cálculo del número estructural de la capa Asfáltica.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. It contains several input fields and buttons. Under 'Tipo de Pavimento', 'Pavimento flexible' is selected. 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' shows '70 % Zr=-0.524' and 'So 0.4'. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial 4.2' and 'PSI final 2'. 'Módulo resiliente de la subrasante' shows 'Mr 210630.41 psi'. 'Información adicional para pavimentos rígidos' has empty fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. 'Tipo de Análisis' shows 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 376121' and 'Número Estructural SN = 0.53' displayed. 'Calcular' and 'Salir' buttons are at the bottom.

Nota. SN requerido por tránsito. Elaborado por: Los Autores, a través de Ecuación AASHTO del 93

SN1= 0.53.

— Número Estructural de la Base

CBR= 80%

Mr= 27834.484 PSI

a2= 0.13.

m2= 1.20

Figura 61

Cálculo del número estructural de la Base

Nota. SN requerido por tránsito. Elaborado por: Los Autores, a través de Ecuación AASHTO del 93

SN₂= 1.52.

— Número Estructural de la Sub- base

CBR= 30%

Mr= 14570.97

a₃= 0.11

m₃= 1.00

Figura 62

Cálculo del número estructural de la Sub Base

Nota. SN requerido por tránsito. Elaborado por: Los Autores, a través de Ecuación AASHTO del 93.

SN3= 1.97.

Figura 63

Cálculo de los distintos espesores de capa

CÁLCULO DEL ESPESOR DE CAPA				
CAPA	SNi	ai	mi	Di pulg
CARPETA ASFÁLTICA	0.53	0.23	1	2.30434783
BASE	1.52	0.13	1.2	6.34615385
SUB BASE	1.97	0.11	1	4.09090909

Nota. Espesores inter capa. Elaborado por: Los Autores.

Dentro de la práctica no es posible colocar valores menores a los establecidos por normativa o poner valores con bastantes decimales por lo que el mismo comité AASHTO del 93

en su guía para el diseño de pavimentos nos proporciona una tabla que nos indica el espesor mínimo de capa en función el ESSAL's.

Tabla 68

Espesores mínimos (pulgadas).

Tránsito (Esal's)	Concreto Asphaltico	Base Granular
<50000	1.0 ó T.S. D	4.0
50001- 150000	2.0	4.0
150001- 500000	2.5	4.0
500001- 2000000	3.0	6.0
2000001- 7000000	3.5	6.0
>7000000	4.0	6.0

Nota. Espesores mínimos recomendados. Elaborado por: Los Autores, a través de La guía AASHTO del 93.

Por lo que se verifica si el diseño cumple con los espesores mínimos.

Tabla 69

Espesores de diseño (pulgadas).

CAPA	SNi	ai	mi	Di	Di min	SNi Real
CARPETA ASFALTICA	0.53	0.23	1	2.30434783	2.5	0.575
BASE	1.52	0.13	1.2	6.34615385	6.5	1.014
SUB BASE	1.97	0.11	1	4.09090909	6.5	0.715

Nota. Espesores. Elaborado por: Los Autores, a través de La guía AASHTO del 93.

Como análisis final verificaremos si la sumatoria del número estructural por capa es mayor o igual al número estructural calculado únicamente por la subrasante.

$$\sum SN = SN1 + SN2 + SN3$$

$$\sum SN = 0.575 + 1.014 + 0.715 = 2.175$$

$$\sum SN > SN_{TRANSITO}$$

$$2.175 > 2.15$$

Tabla 70

Espesores de diseño.

CAPA	Espesor asumido en (cm)	Espesor asumido en (cm)	Tipo de material
ASFALTO	6.35	7	Mezcla asfáltica
BASE	16.51	20	Clase IV
SUB- BASE	16.51	120	Clase III

Nota. Espesores de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de La guía AASHTO del 93.

8.4.2. Pavimentos semi flexibles o Articulados

El diseño de este tipo de pavimentos articulado al igual que el de cualquier pavimento se base en la determinación de los espesores mínimos que sean capaces de disipar los esfuerzos producto de la carga vehicular.

Según lo afirma Sánchez, X en su tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil titulado DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS PARA TRÁFICOS MEDIO Y ALTO:

En las primeras investigaciones se encontró que la rigidez de una capa de rodadura de adoquines de 80 mm de espesor, con una capa de arena de 50 mm de espesor, debidamente sellada y compactada, era equivalente a la de una capa de 160 mm de concreto asfáltico. Esta relación inicial (1.3 aproximadamente) se ha discutido y verificado ampliamente en diversas investigaciones, involucrando variantes en la forma, tamaño, patrón de colocación y características de los adoquines, en el ancho del material de relleno de la junta y el espesor de la capa de arena, además de la calidad constructiva del conjunto, lo que ha llevado, con el tiempo y por razones de seguridad a que los diseñadores supongan un factor que puede estar entre 1 y 1.2 para dicha equivalencia. (pág. 29, 2003).

Por otro lado, Lozada, J e su tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero civil titulada DISEÑO VIAL Y COMPARATIVO TÉCNICO ECONÓMICO ENTRE PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTICO) Y PAVIMENTO SEMIFLEXIBLE (ADOQUINADO) PARA LA URBANIZACIÓN LOS PINOS UBICADA EN LA PARROQUIA CUTUGLAHUA CANTÓN MEJÍA PROVINCIA PICHINCHA, nos indica que:

El valor del módulo resiliente de la capa de rodadura varía entre 2760 MPa (400000 psi) y 3100 MPa (450000 psi) para el conjunto de adoquines de 80mm y (25-4) mm del colchón de arena. y un coeficiente estructural AASHTO de entre 0.42 y 0.44, de igual manera se ha asignado un Módulo de elasticidad de 4000 MPa y una relación de Poisson de 0.15.(pág. 160, 2018).

Es debido a estas características que el pavimento de adoquín de concreto se puede catalogar como un pavimento flexible cuya rodadura posee una característica estructural única.

Para el diseño es necesario tomar en los siguientes valores provenientes del diseño de pavimentos flexibles:

Tabla 71

Valores de diseño

Descripción	Valores
Índice de confiabilidad	80
Índice de Servicio Inicial	4.2
Índice de servicio final	2
Índice de servicio de Diseño	2.2
Desviación estándar (So)	0.4
Desviación Normal (Zr)	-0.524
CBR de la Sub- Rasante	8.02%
Módulo Resiliente Mr PSI	11610.063
Periodo de Diseño años	20

En base a las afirmaciones citadas por Sánchez, X en si tesis es que se pudo realizar una expresión que permite determinar el espesor necesario de una sub- base para un pavimento adoquinado de 80 mm de espesor y 40 mm de capa de arena.

$$ESB_{mm} = \left\{ \left(\frac{233.44 + 100 * \log (W18)}{CBR^{0.4}} \right) - 160 \right\} * FE$$

Donde:

ESB_{mm} = Espeso de la capa de sub- base granular.

FE = Factor de equivalencia para la Sub- base, puede ser 1.2 si está estabilizada con cemento o 2 si es de tipo granular.

CBR = Índice californiano de la Sub- rasante.

$W18$ = número de ejes equivalentes de 8.2 ton.

$$ESB_{mm} = \left\{ \left(\frac{233.44 + 100 * \log (376121)}{8.02^{0.4}} \right) - 160 \right\} * 2$$

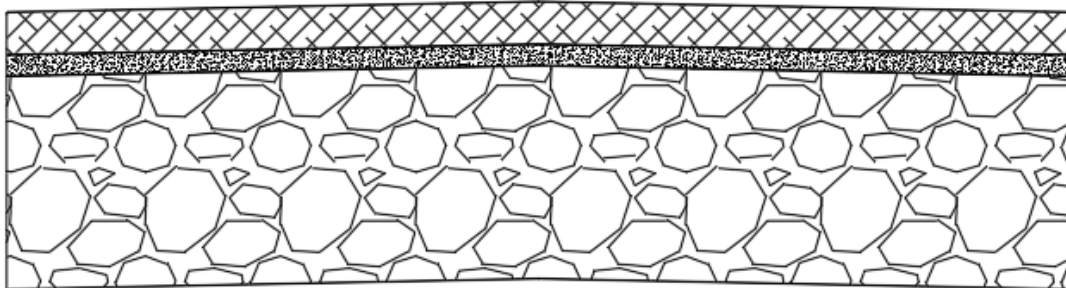
$$ESB_{mm} = 367.89mm = 36.8cm \text{ ó } 15 \text{ pulg.}$$

Ya que el proyecto de titulación no presenta una comparación entre los beneficios y bondades del asfalto flexible y el asfalto articulado, se ha tomado como opción viable el diseño de una carretera adoquinada, por varios factores entre los que resalta:

- La exigencia a la cual está sometida la carretera únicamente por vehículos pesados es baja (TPDA de 34), por lo cual el adoquín es apto para trabajar, siendo una opción económicamente viable.

- La fábrica de mezcla asfáltica más cercana, se encuentra a una distancia aproximada 40 Km.
- Según lo expone la CAMICON en su revista CONSTRUCCIÓN el costo de una carpeta asfáltica supera con el 30% al de un adoquinado.
- El tiempo de construcción de los sistemas articulados no requieren una mano de obra calificada, además que no necesita mucha maquinaria pesada y se puede realizar por tramos.

Es debido a estas razones que se ha decidido realizar un pavimento con adoquines de hormigón de las siguientes características:



	ADOQUIN DE	e=80mm
	CAPA DE ARENA	e=40mm
	SUB- BASE TIPO III	e=400mm

CAPÍTULO IX

DISEÑO HIDRÁULICO

9.1. Información preliminar

El constante crecimiento poblacional y la necesidad de mejorar la conexión entre parroquias, ha generado la creación de un proyecto vial en la parroquia de Atahualpa llamado Propuesta de Mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado

en la Parroquia Rural Atahualpa, cantón Quito, Provincia de Pichincha, el mismo que brindara un desarrollo económico, social y cultural a la población.

Como parte del proyecto vial tenemos el estudio hidrológico y diseño hidráulico el cual nos ayudara a determinar principalmente el diseño de desagües y drenajes, para con estas obras minimizar o reprimir el paso de las aguas sobre el proyecto mediante la evacuación de las mismas, estas pueden tener su origen mediante la caída de aguas lluvia, escurrimientos subterráneos, e infiltraciones. (NEVI 12, vol 2a-b).

El diseño hidráulico garantizara una mayor durabilidad, seguridad y costos bajos en cuanto al mantenimiento de la vía, para obtener un adecuado diseño se debe recopilar toda la información necesaria para ejecutar el estudio.

9.1.1. Información Cartográfica

Para la realización del estudio hidrológico y posterior diseño hidráulico se ha utilizado la carta topográfica de Mojanda obtenida del portal del Instituto Geográfico Militar (IGM), las cuales se encuentran a escala 1:50000. Sobre estas cartas se trazaron y delimitaron las áreas de aportación junto con la vía. Se analizará las características físicas del terreno con las que se determinaran el diseño definitivo de las obras de drenaje.

9.1.2. Información Meteorológica

En la parroquia de Atahualpa no existe una estación meteorológica establecida por lo que se ha decidido tomar una estación cercana a la zona de estudio denominada Tabacundo-Hda. Mojanda M0022 y la estación Olmedo-Pichincha M0023, estaciones pertenecientes al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el mismo que aporta con la recolección, procesamiento y validación de datos meteorológicos.

Para lograr los objetivos del proyecto en cuanto a diseño hidráulico se refiere es necesario obtener todos los parámetros hidrometeorológicos posibles. A continuación se presenta la Tabla No 72 que resume la información de las estaciones seleccionadas que proporcionarían los datos necesarios.

Tabla 72

Estaciones Meteorológicas de la zona de estudio

Estación	Código	Coordenadas		Altitud (msnm)	Años de registro
		Latitud	Longitud		
Tabacundo – Hda. Mojanda	M0022	00°03'11''N	78°14'06'' W	2955	24
Olmedo Pichincha	M0023	00°08'53''N	78°02'52'' W	3120	17

Nota. Datos de las estaciones meteorológicas. Elaborado por: Los Autores, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

9.1.3. Precipitaciones

La precipitación es el producto de cualquier agua recogida en la superficie, esta agua en la zona de estudio puede ser principalmente de lluvia y granizo, el estudio de la precipitación es importante en todo estudio hidrológico que tiene como finalidad el diseño hidráulico para el proyecto vial propuesto. A continuación, se muestra los datos de precipitación durante los años 2000-2009, en donde pueden destacar los años más lluviosos con precipitaciones que alcanzan desde los 700 mm a 830 mm y los más secos con valores inferiores a 500 mm.

Tabla 73

Cuadro de Precipitaciones Estación Olmedo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	total/año	Prom./mes
2000	78.5	99	72.6	94.3	117	61.5	6.2	4.3	97.6	35.5	32.4	34.7	733	61.12
2001	50.3	38.3	59	43.4	33	13.2	25.1		36	28.8	45.3	38.4	411	34.98
2002	19.9	33.1	26.7	109.2	33.2	41.3	1.4	6.8	9.9	114.5	80.7	98.4	575	47.93
2003	38.8	54.3	34.4	75.7	14.6	34.7	24.6	0	20.5	83.2	63.9	37.7	482	40.20
2004	38.6	20.5	16.3	84.5	63.6	1.5	4.5	0.6	50.5	48	54.4	106.5	490	40.79
2005	38.3	63.2	68.2	56.8	30.2	21.8	7.6	6.6	40.3	44.5	33.6	169.9	581	48.42
2006	41.2	83.4	109	88.5	38.3	62.3	3.5	4.9	4.6	72.9	134.2	102	745	62.08
2007	18.8	18.5	82	140.1	41.4	31.8	5.6	12.3	8.6	102.7	82	72	616	51.32
2008	52.9	82.5	146	107.9	91.7	37.8	9.5	23.1	37	122.5	57.9	54.5	823	68.61
2009	84.4	43.6	105	37.7	26.5	48.5	1.4	0.5	14.1	42.6	33	68.6	506	42.18
PROMEDIO													596,20	49,76

Nota. Datos pertenecientes al periodo 2000-2009. Elaborado por: Los Autores, a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

9.1.4. Temperatura

Los datos de temperatura también reflejan un comportamiento estable a lo largo de estos años considerando que Atahualpa presenta cambios de temperatura dependiendo de la altura a la que nos encontremos. Por lo que se puede decir que en promedio el centro de Atahualpa se encuentra a 16°C y la variación con respecto al lugar del proyecto es de 1 a 2°C menos. (Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ATAHUALPA 2019-2023)

9.1.5. Viento

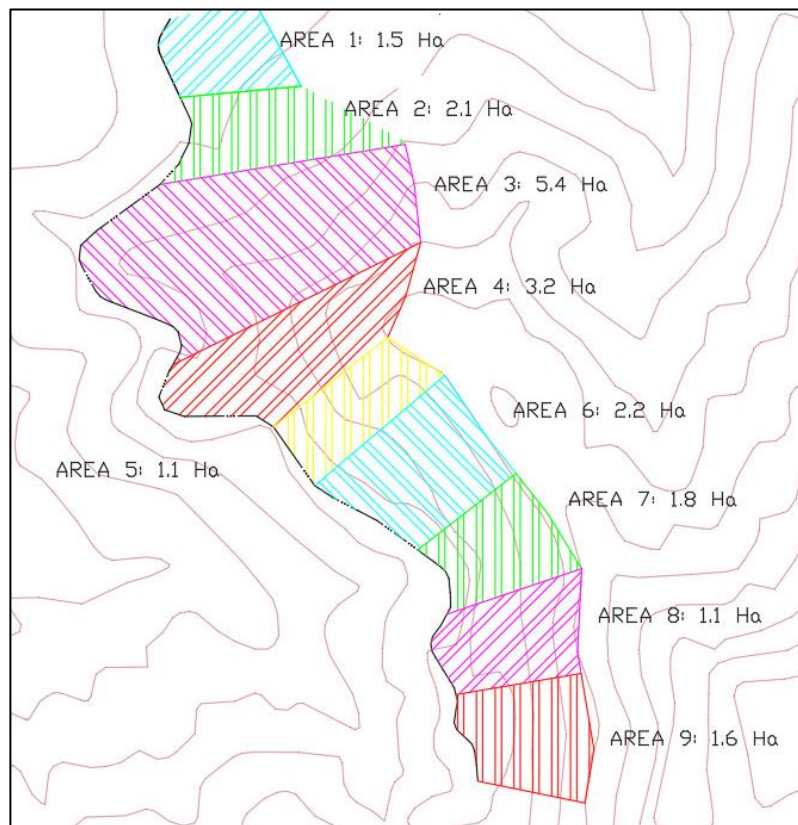
De acuerdo a las características geográficas se puede determinar que la parroquia de Atahualpa recibe directamente los vientos de la cuenca del río Guayas, y de acuerdo a los datos los meses más críticos son julio y agosto, de tal manera que se pueden ver afectados los cultivos. (Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial ATAHUALPA 2019-2023)

9.1.6. Áreas de aportación

El proyecto vial se ubica en una zona rural la cual no se encuentra poblada, por lo que las áreas de aportación corresponden en su totalidad a cultivos y pastizales.

A continuación, se presenta la figura N° 64 de las áreas de aportación, las mismas que se obtuvieron mediante un análisis que incluía la carta topográfica de Mojanda perteneciente a la zona de estudio y el diseño geométrico de la vía, lo que nos permitió identificar las áreas de aportación, las cuales dependen del relieve de la zona.

Figura 64
Áreas de Aportación



Nota. Se presentan áreas de aportación y su identificación. Elaborado por: Los Autores

De acuerdo a la figura presentada se obtiene la siguiente tabla, la cual tendrá información relevante para el estudio hidrológico y diseño hidráulico, perteneciente a las áreas de aportación para el proyecto.

Tabla 74*Áreas de Aportación*

Talud	Longitud m	Área m2	Área ha	Área acumulada ha
1	120	18594.579	1.859	1.859
2	139	26150.354	2.615	4.474
3	389	83771.496	8.377	12.851
4	227	39868.932	3.987	16.838
5	100	20903.108	2.090	18.928
6	170	33288.217	3.329	22.257
7	128	22669.954	2.267	24.524
8	111	24896.845	2.490	27.014
9	122	25921.058	2.592	29.606

Nota. Áreas de aportación para el diseño. Elaborado por: Los Autores

9.2. Funcionalidad de obras de drenaje

De acuerdo a la Norma de Diseño Geométrico-2003 (MOP 2003, p. 254) el drenaje es muy importante debido a que contribuye al funcionamiento y operación adecuados de la carretera, también menciona que debe cumplir con 4 funciones principales:

- a) Desalojar de manera rápida el agua lluvia que cae en la calzada
- b) Controlar el nivel freático
- c) Impedir que el agua ya superficial o subterránea escurra hacia la carretera
- d) Conducir el agua que cruza la vía de manera controlada

9.3. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal son las obras de hidráulicas a lo largo del eje longitudinal de la vía, estas obras cumplen con la función de evacuar el agua que se genera por las áreas de aportación de taludes o por escurrimiento superficial de la vía, este flujo de agua no debe producir daño a la carretera para que no afecte en su transitabilidad, lo que brindara durabilidad y seguridad en la vía.

Entre las obras de drenaje longitudinal encontramos a las cunetas laterales, zanjas de coronación y zanjas de pie o base de terraplenes

9.4. Drenaje transversal

El drenaje transversal tiene como función permitir que el agua escurra por cauces ya sea naturales o artificiales, este tipo de drenaje evacua el agua de la vía de manera transversal para que no cause daños, tales obras son alcantarillas y puentes.

9.5. Dimensionamiento de obras de drenaje

Las obras de drenaje son muy importantes porque permiten la evacuación del agua que cae sobre la vía, lo que evita daños y asegura su vida útil. Para el dimensionamiento de estas obras tenemos que considerar los siguientes factores que influyen directamente en su diseño.

9.5.1. Periodo de Retorno

El periodo de retorno se define como el promedio en años en el que un caudal pico es igualado o superado al menos una vez, lo que quiere decir es que representa el tiempo en que un evento de precipitación máxima ocurrirá de nuevo.

Para selección el periodo de retorno se debe tener en cuenta que es la probabilidad de excedencia del evento, durante la vida útil del proyecto y el riesgo de falla aceptable para el mismo, este último dependerá de factores sociales, económicos y ambientales.

Por lo que el periodo de retorno es la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento durante la vida útil de la obra, expresado en la siguiente ecuación:

$$TR = \frac{1}{1 - (1 - k)^{\frac{1}{n}}}$$

Donde:

TR= Periodo de retorno (años)

k=Riesgo Asumido asociado al periodo de Retorno

n=Vida útil del proyecto (años)

De acuerdo a Salgado A. y su libro que habla acerca de los Estudios y Diseños de Caminos del Ecuador, tenemos una tabla donde menciona los valores que se deben tomar para el cálculo de diseño de elementos de drenaje, se presenta la tabla y se seleccionan los valores subrayados:

Tabla 75

Periodos de Retorno.

TIPO DE OBRA	CAMINOS VECINALES	RED DE CARRETERAS
Cunetas	10	25
Canales interceptores	10	25
Puentes menores	50	50

Nota. Periodos de Retorno para el diseño de obras de drenaje vial. Fuente: Caminos del Ecuador: estudio y diseño (Salgado A. 1989)

Conforme a la tabla N° 75 se selecciona un periodo de retorno para cunetas de 25 años, considerando que la vía pertenecerá a una red vial.

En la Normas de Diseño Geométrico-2003 señala que para alcantarillas “De acuerdo al tipo de carretera, se asignan los siguientes períodos de retorno: (1) Para carreteras arteriales, será no menor a 200 años; (2) para carreteras colectoras, será no menor a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, será no menor de 100 años.” (MTO, p. 295).

Basados en esta consideración propuesta por las MOP-2003 el periodo de retorno para nuestro proyecto se tomará de 100 años para alcantarillas

9.5.2. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es un parámetro hidrológico característico en una cuenca hidrológica, y su estimación es importante para determinar los caudales máximos, está definido como el tiempo en el que tarde en llegar la lluvia desde donde cae hasta punto más alejado de la cuenca.

En la Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12 indica que el tiempo de concentración no se debe ser inferior a 10 minutos, este parámetro depende de las características físicas de la cuenca, y se obtiene mediante la aplicación de fórmulas empíricas entre las que más se utilizan tenemos la siguiente:

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Donde:

tc=Tiempo de Concentración (minutos)

L=Longitud del área de drenaje (m)

ΔH = Diferencia de la cota superior e inferior (m)

En la siguiente tabla se presenta el cálculo del tiempo de concentración respectivo para cada área de aportación:

Tabla 76

Tiempo de concentración de áreas de aportación

Área	Longitud m	Longitud acumulada m	Cota Max	Cota Min	ΔH	tc
1	120	120	2440	2427	13	1.8307
2	139	259	2520	2430	90	1.0300
3	389	648	2600	2449	151	2.7703

4	227	875	2640	2475	165	1.4372
5	100	975	2640	2498	142	0.5907
6	170	1145	2640	2507	133	1.1182
7	128	1273	2680	2514	166	0.7398
8	111	1384	2680	2525	155	0.6443
9	122	1506	2680	2533	147	0.7334

Elaborado por: Los Autores

De esta manera se desprecia el cálculo considerando que son tiempos inferiores a lo permitido y por lo tanto se define que el tiempo de concentración es 10 minutos para este proyecto.

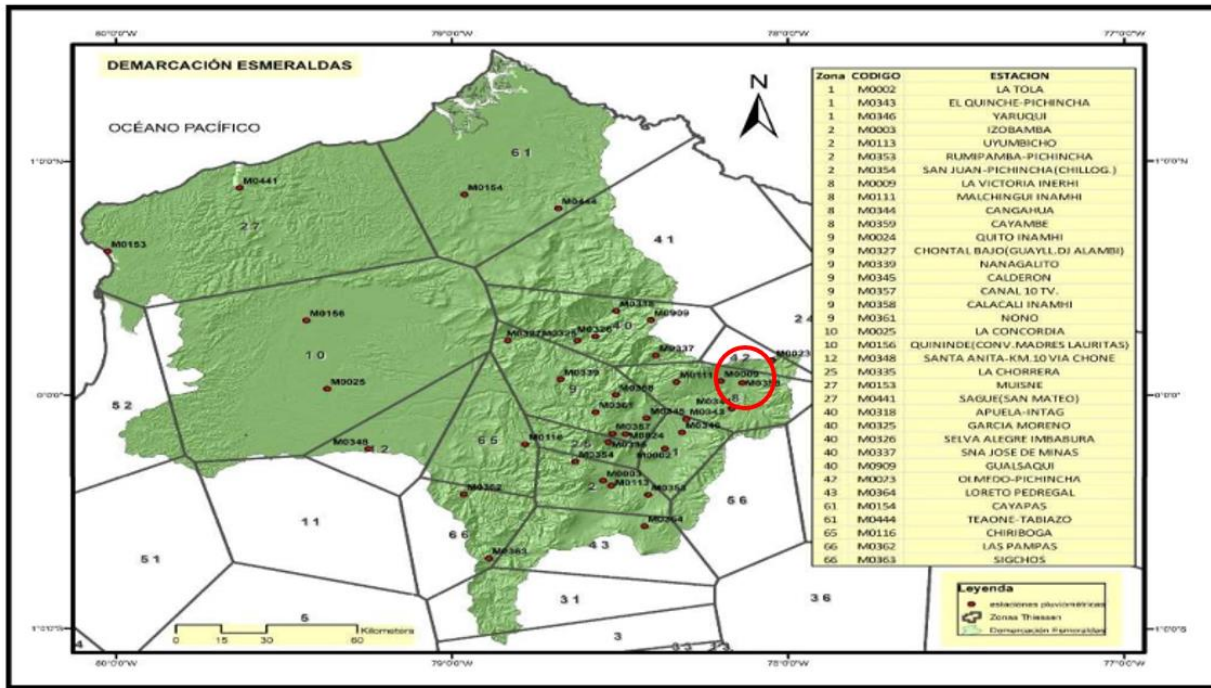
9.5.3. Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación refleja la altura que alcanza la precipitación en un tiempo, este parámetro es indispensable para la realización de obras viales, además tiene relación con la duración o tiempo de concentración y los periodos de retorno. Para la determinación de este factor se requiere de información pluviográfica, la misma que en el país maneja el Instituto Nacional de Meteorología e hidrología INAMHI,

Con la información que aporta el Estudio de Lluvias Intensas del INAMHI se obtendrá la ecuación para el cálculo de intensidad de precipitación, de la estación Meteorológica Tabacundo-Hda. Mojanda denominada M0022 esta estación se determinó localizando el proyecto en el Mapa de Zonificación de Intensidad de Precipitación (figura 65) y verificando a la zona que pertenece:

Figura 66

Zonificación de Intensidades de la Demarcación de Esmeraldas



Nota. Ubicación de la Parroquia de Atahualpa en Mapa de Zonificación de Intensidades
Fuente: Estudio de Intensidades INAMHI, 2015

El INAMHI ha planteado ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación las mismas que depende de factores como el periodo de retorno y la duración, a continuación, se presenta la tabla N° 77 que indica ecuaciones de intensidad de precipitación, pertenecientes a la estación seleccionada:

Tabla 77

Ecuaciones IDF para estación M0022

Cod.	Nombre Estación	Duración	Ecuación
M0022	Tabacundo-Hda.Mojanda	5>30	$i = 176.4324 * T^{0.1261} * t^{-0.4505}$
		30>120	$i = 956.7298 * T^{0.0748} * t^{-0.911}$

Elaborado por: Los Autores, a través del Estudio de Intensidades INAMHI,

Donde:

i = Intensidad de Precipitación

t = Duración de la precipitación (minutos)

T =Periodo de Retorno (mm/h)

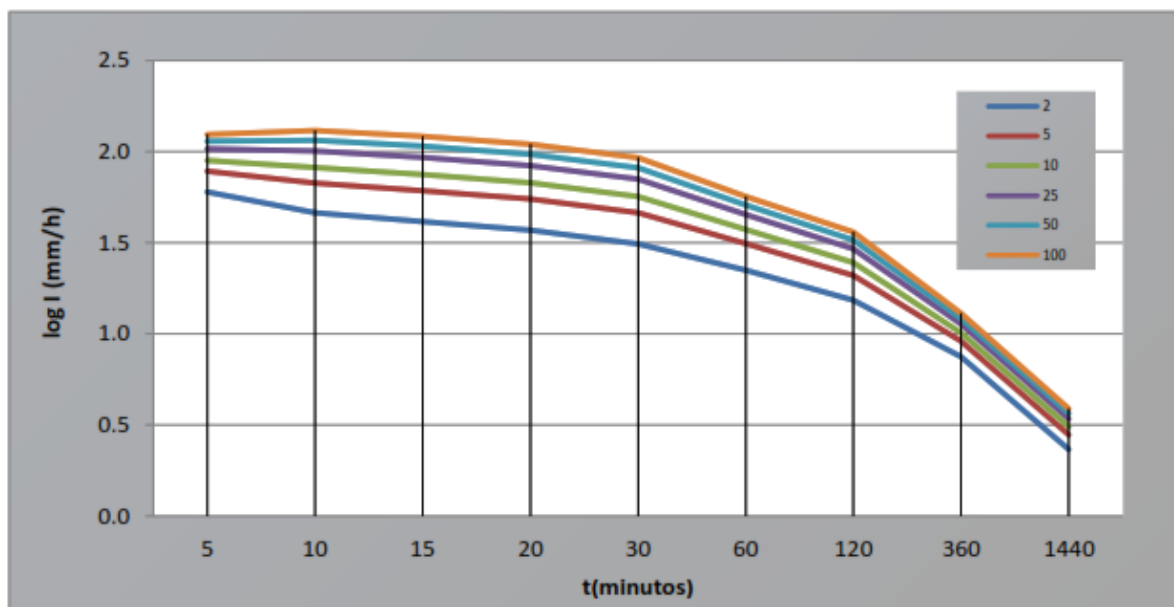
Para la ecuación se debe determinar el valor de intensidad máxima la cual está dada por el periodo de retorno obtenido anteriormente, y se establece de acuerdo al siguiente cuadro:

Figura 67

Intensidades máximas de la estación Tabacundo Cod. M0022

T (min)	Periodo de Retorno T (años)					
	2	5	10	25	50	100
5	93.3	104.7	114.2	128.2	139.9	152.7
10	68.2	76.6	83.6	93.8	102.4	111.8
15	56.8	63.8	69.6	78.2	85.3	93.1
20	49.9	56.1	61.2	68.7	74.9	81.8
30	45.5	48.7	51.3	54.9	57.8	60.9
60	24.2	25.9	27.3	29.2	30.8	32.4
120	13.2	14.1	14.7	15.6	16.3	17.1
360	4.9	5.2	5.4	5.7	6.0	6.3
1440	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8

INTENSIDAD MAXIMA (mm/h)



Fuente: Estudio de Intensidades INAMHI, 2015

Tenemos que la duración se encuentra en el rango de $5 > 30$ min se utilizara la siguiente ecuación para obtener la Intensidad de precipitación:

Para Alcantarillas, $T_r=100$ años:

$$i = 176.4324 * T^{0.1261} * t^{-0.4505}$$

$$i = 176.4324 * 100^{0.1261} * 10^{-0.4505}$$

$$i = 111.8 \text{ mm/h}$$

Para Cunetas, $T_r=25$ años:

$$i = 176.4324 * T^{0.1261} * t^{-0.4505}$$

$$i = 176.4324 * 25^{0.1261} * 10^{-0.4505}$$

$$i = 93.8 \text{ mm/h}$$

9.5.4. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se define como la relación existente entre la cantidad total de agua que cae de una precipitación y el agua que escurre por la superficie, este valor depende de varios factores tal como las características del terreno, condiciones de infiltración, cobertura vegetal, pendientes transversales y longitudinales. (MOP 2003, p. 298)

Este valor debe determinarse de acuerdo a un criterio técnico apropiado el mismo que mediante visitas de campo y fotografías permitirán estimar el valor de coeficiente de escorrentía de las áreas de aportación del proyecto, el siguiente cuadro presenta los valores de coeficientes de escorrentía:

Figura 68*Coefficiente de Escorrentía "C"*

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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico 2003

Se selecciona el coeficiente de escorrentía a partir de la tabla anterior considerando que las áreas de aportación para el proyecto corresponden a pastos con vegetación ligera con una pendiente de terreno alta, por lo tanto, el coeficiente de escorrentía $C=0.30$.

También es necesario identificar el coeficiente de escorrentía para la vía, considerando que esta vía está estructurada por pavimento de adoquín se aplicara la tabla especificada en la NEVI-12 en donde consta los coeficientes de escorrentía para diferentes superficies con características para determinar el valor de este coeficiente:

Figura 69*Coefficientes de Escorrentía "C"*

Tipo de terreno	Coefficiente de escorrentía
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y gradiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Fuente: NEVI-12, Volumen 2B

Conforme a la anterior figura se utilizará un valor intermedio de $C= 0.60$ de un rango de 0,50-0,70 correspondiente a pavimento de adoquín.

9.5.5. Caudal de diseño

El caudal de diseño es el volumen máximo de agua que resulta de las precipitaciones ocurridas en la zona de proyecto, para el cálculo se tiene un periodo de retorno, que depende de la información hidrológica, la importancia de la estructura que se diseña y el tipo de drenaje.

Para la determinación de los caudales máximos existe varios métodos y criterios, pero el método recomendado debido a que se adapta a las condiciones del proyecto es el método racional ya que las áreas de aportación no exceden lo establecido en las Normas de Diseño Geométrico además los elementos a diseñarse son cunetas y alcantarillas en donde es aplicable este método, por lo que nos permitirá obtener el caudal en función de los datos de precipitación y características físicas del proyecto.

9.5.5.1. Método Racional

El método racional estima el caudal de diseño de cuencas urbanas y rurales, y ha sido recomendado en la NEVI 12 para cuencas que no superen 25 km², además este método establece que el caudal máximo es directamente proporcional a la precipitación de diseño y el tamaño de la cuenca o área de aportación. Por lo que se encuentra establecido en la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C = Coeficiente de Escorrentía

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

A= Área de la cuenca o área aportante (ha)

En la aplicación de este método es muy importante la selección correcta del coeficiente de escorrentía y el cálculo de intensidad de precipitación.

9.5.5.2. Velocidad del flujo

La velocidad del flujo es aquella que produce erosión en la superficie, esta debe ser limitada para poder evitar la socavación en aguas abajo, se determina mediante la ecuación de Manning de la siguiente manera:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Dónde:

V= Velocidad del flujo (m/s)

R= Radio Hidráulico de la sección Transversal (m)

S= Pendiente longitudinal

n= Coeficiente de Manning

Para determinar el coeficiente de Manning conocido también como coeficiente de Rugosidad se toma en cuenta el material a utilizarse en la obra de drenaje expresado así en las siguientes tablas:

Figura 70

Valores del Coeficiente de Manning n

DESCRIPCION	"n"
TUBOS DE HORMIGON	0.012
Tubos de metal corrugado o tubos en arco:	
a) Simple o revestido	0.024
b) Solera pavimentada	0.019
Tubo de arcilla vitrificada	0.012
Tubo de hierro fundido	0.013
Alcantarilla de ladrillo	0.015
Pavimento asfáltico	0.015
Pavimento de hormigón	0.014
Parterre de césped	0.05
Tierra	0.02
Grava	0.02
Roca	0.035
Areas cultivadas	0.03-0.05
Matorrales espesos	0.07-0.14
Bosques espesos-poca maleza	0.10-0.15
Cursos de agua	
a) Algo de hierba y maleza-poco o nada de matorrales	0.03-0.035
b) Maleza densa	0.035-0.05
c) Algo de maleza-matorrales espesos a los costados	0.05-0.07

Fuente. Normas de Diseño Geométrico 2003

Figura 71

Coeficiente de Rugosidad "n"

MATERIAL DE REVESTIMIENTO	COEFICIENTE "n"
Tuberias de PVC/PEAD/PRFV	0,011
Tuberias de hormigon (con buen acabado)	0,013
Tuberias de hormigon con acabado regular	0,014
Mamposteria de piedra untas con mortero de cemento	0,02
Mamposteria de piedra partida acomodada (sin juntas)	0,032
Ladrillo juntas con mortero de cemento	0,015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetacion	0,025

Fuente: Normas de Diseño de Alcantarillado EMAAP-Q, 2009

Para las obras de drenaje longitudinal (cunetas) se utilizará material de Hormigón, por lo que indica la tabla el coeficiente de rugosidad es de 0.012, mientras que para alcantarillas se diseñara una tubería de material PVC el cual tiene coeficiente de rugosidad de 0.0011.

9.5.5.2.1. Velocidad Máxima

Cunetas

A continuación, se indican en la figura los valores de velocidad máxima establecido por la Norma de Diseño Geométrico MOP 2003 a los que los diferentes materiales se erosionan:

Figura 72

Velocidades del agua

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

Nota. Corresponden a las velocidades del agua con que se erosionan los diferentes materiales Fuente. Normas de Diseño Geométrico 2003

Alcantarillas

En función de su material se proporcionan las velocidades máximas admisibles para evitar problemas de erosión en alcantarillas, las mismas que se presentan a continuación:

Figura 73

Velocidades Máximas Admisibles para Alcantarillas

Material de la tubería	Velocidad máxima (m/s)
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro	1.5
Tubería de hormigón simple hasta 60 cm. De diámetro o mayores	6.0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6.0-6.5
Hormigón armado en obra 280/350 cm ² . grandes conducciones	7.0-7.5
PEAD, PVC, PRFV	7.5
Acero	9.0 o mayor
Hierro dúctil o fundido	9.0 o mayor

Fuente. EMAAP-Q, 2009

9.5.5.2.2. Velocidad Mínima

Cuando un flujo reduce su velocidad puede generar sedimentación es decir que se depositan partículas sólidas en la obra de drenaje, en la NEVI 12 se aconseja que la velocidad mínima en cunetas sea de 0.25 m/s y para alcantarillas 0.60 m/s.

9.6. Diseño de obras de drenaje

El diseño de obras de drenaje consiste en determinar las dimensiones óptimas de las obras hidráulicas que se realizaran en el proyecto, las mismas que deben permitir el paso rápido del agua hasta un punto de evacuación y deberán descargar en cauces naturales o artificiales, para lo cual se necesitara de drenajes longitudinales y drenajes transversales, especificados anteriormente.

9.6.1. Diseño de cunetas

Las cunetas son elementos ubicados a un lado o ambos lados de la vía, entre el espaldón de la vía y al pie de talud de corte.

Su función primordial es captar el agua de precipitación que se escurre en la vía y las áreas de aportación de los taludes que pertenecen al proyecto y llevarla hasta una obra de drenaje transversal donde se evacua toda el agua perteneciente a la carretera se encuentran entre el espaldón de la vía y al pie de talud de corte.

Estos elementos deben cumplir con criterios de seguridad vial y capacidad de drenaje óptimo.

9.6.1.1. Consideraciones técnicas

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas detalladas en las Normas de Diseño Geométrico 2003, las cuales servirán para el diseño de las cunetas: (MOP-2003)

- Localización, pendiente y velocidad

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. (p. 255)

- Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento. (p.255)

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm. (p. 256)

- Protección

Cuando el material de las cunetas sea erosionable, se deberá reducir la velocidad de avance del agua, disminuyendo la pendiente de la cuneta; en caso contrario, será necesario revestirla. (p. 259)

El revestimiento de la cuneta puede ser de: zampeado de piedra y mortero, suelo-cemento, mezcla asfáltica u hormigón y su selección dependerá únicamente de la velocidad del agua.

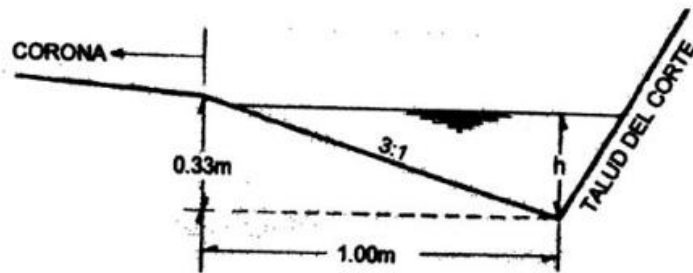
9.6.1.2. Diseño Hidráulico

El diseño Hidráulico consiste en comprobar la capacidad de la sección de la cuneta sea suficiente para poder transportar el caudal de diseño, se tendrá en cuenta que la longitud máxima de la cuneta no debe exceder los 200 m.

De acuerdo a los criterios señalados se ha decidido que para este proyecto que se diseñaran cunetas de forma triangular, debido a que aparte de su fácil construcción también se pueden mantener de mejor forma durante la vida útil de la obra, la sección se diseñara tal como se indica en la siguiente figura:

Figura 74

Dimensiones típicas de cunetas Triangulares

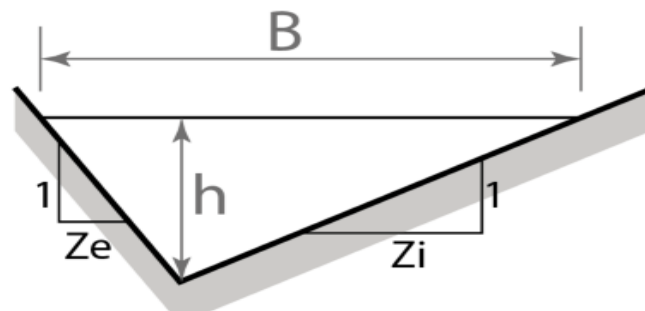


Fuente. Normas de Diseño Geométrico 2003

A continuación, se presentan las fórmulas de cálculo para obtener las características hidráulicas de la sección triangular:

Figura 75

Sección Triangular -Capacidad Hidráulica



Fuente. Apuntes de materia de Drenaje P57

- Espejo de agua:

$$B = (Zi + Ze) * h$$

- Área:

$$A = \frac{(Zi + Ze) * h^2}{2}$$

- Perímetro Mojado:

$$P = \left(\sqrt{1 + Zi^2} + \sqrt{1 + Ze^2} \right) * h$$

- Radio Hidráulico:

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

h= Altura de la cuneta (m)

Ze = Talud del lado menor

Zi = Talud del lado mayor

Esta sección triangular de cuneta deberá cumplir con la capacidad hidráulica la cual garantiza que el agua va a drenar de manera correcta toda la escorrentía superficial tanto de la vía como de las áreas de aportación, esto se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{diseño} < Q_{calculado}$$

Para el cálculo del caudal calcula se aplicará la siguiente expresión:

$$Q_{calculado} = A * V$$

Donde:

A= Área de la Sección (m²)

V= Velocidad del flujo (m/s)

Se deberá calcular la revancha de o borde libre considerando un 5 % a 30% de la altura de agua que ocupara la cuneta, con el objetivo de evitar que el agua sobrepase la cuneta y produzca daños en los taludes o en la vía, por lo que se ha decidido tomar el 20% más de la altura para la cuneta izquierda y para la cuneta derecha 30% de la altura que se calculará de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Borde_{Libre} = 0.2 * h \text{ (cuneta izquierda)}$$

$$Borde_{Libre} = 0.3 * h \text{ (cuneta derecha)}$$

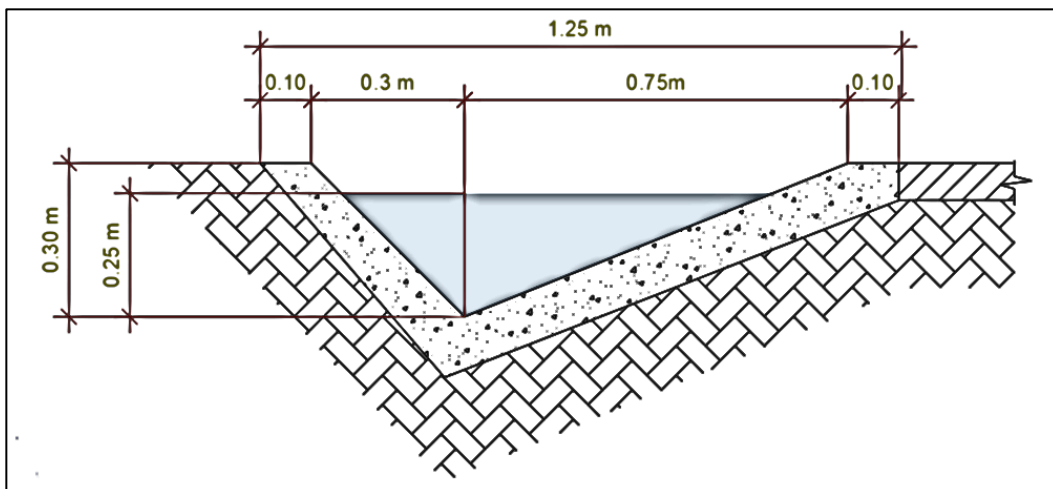
El diseño Hidráulico se realizó en una hoja de cálculo en donde se verifican los criterios para el diseño indicados anteriormente este cálculo se encuentra en el ANEXO 11.

9.6.1.3. Sección típica de Cuneta

Conforme al cálculo y condiciones del proyecto se tiene que para la cuneta de lado izquierdo (lado interno de la vía) a la cual corresponden los caudales de las áreas de aportación de la montaña se considerara una cuneta con las siguientes dimensiones:

Figura 76

Secciones de Cuneta Izquierda

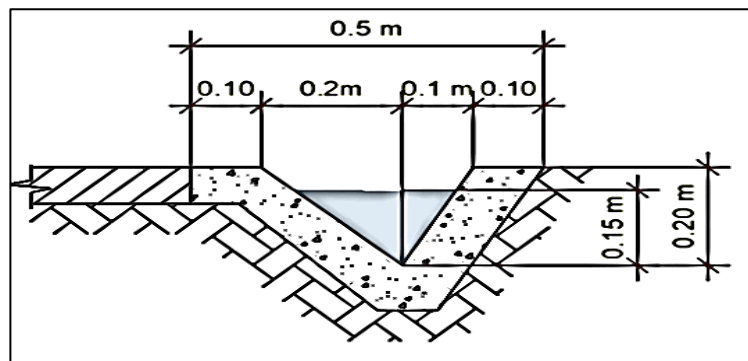


Elaborado por: Los Autores

Para la cuneta de lado derecho que capta menos cantidad de agua se optimiza su sección de la siguiente manera:

Figura 77

Sección de Cuneta Derecha



Elaborado por: Los Autores

9.6.2. Diseño de alcantarillas

Las alcantarillas se constituyen en obras de drenaje transversal mismas que permiten que el agua recolectada pueda ser evacuada por debajo de la vía sin causar daños, esta transportara el caudal acumulado de las cunetas hacia un cauce artificial o natural, por lo general estas secciones son circulares y de cajón.

Estas obras de drenaje se ubican por debajo de la sub rasante de la vía, instaladas transversalmente, debido a que estas obras drenan el agua de las cunetas, su caudal de diseño resultara de la sumatoria del volumen de agua obtenido, las misma que constan de un periodo de retorno determinado.

Las alcantarillas de acuerdo a la NEVI-12 deben soportar las cargas vehiculares y cargas durante la construcción es decir deben cumplir con requisitos de tipo estructural, además en necesario considerar que las dimensiones de estas deben ser adecuadas de tal manera que facilite la realización de trabajos de limpieza y mantenimiento al interior de esta

9.6.2.1. Consideraciones para el Diseño

De acuerdo con la Normas de Diseño Geométrico el diseño del sistema de drenaje transversal en carreteras constara de un análisis hidrológico y el diseño hidráulico de las obras de drenaje:

Análisis Hidrológico: identificar los valores máximos de crecida, intensidad de precipitación para periodos de retorno especificados.

Diseño Hidráulico: establece las dimensiones optimas requeridas para el desalajo de agua producidas por lluvias.

9.6.2.1.1. Localización

Los factores más importantes para una localización optima de la alcantarilla son los siguientes:

- a) Alineación: debe proporcionar al flujo de agua una entrada y una salida directa, ya que influye en el comportamiento hidráulico, costos y seguridad vial.
- b) Pendiente: debe impedir que se produzca sedimentación y velocidades altas, por lo cual la pendiente mínima sugerida es de 0.5%.

9.6.2.1.2. Longitud de la alcantarilla

La longitud de la alcantarilla dependerá del ancho de la vía, esta debe ser lo suficiente para que sus extremos (entrada y salida) no queden obstruidos por sedimentos.

9.6.2.1.3. Velocidad de la corriente

Cuando la velocidad de la corriente que ingresa a la alcantarilla resulta ser muy alta el material de la alcantarilla puede erosionarse y se podrían requerir dispositivos para disipar la energía con la que el flujo pasa por la salida. Por lo tanto, la velocidad no deberá exceder la velocidad máxima permisible, misma que viene dada por el material a emplearse.

9.6.2.1.4. Profundidad de la tubería

El sistema de alcantarillado debe estar una profundidad no menor a 1.50 metros, esto permitirá el drenaje por gravedad del agua recolectada por las cunetas y no deberá exceder los 5 metros a menos que existan requerimientos geotécnicos considerables.

9.6.2.2. Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico está basado en los principios básicos de Hidráulica y las ecuaciones fundamentales de energía, continuidad y cantidad de movimiento. Es común calcular el diseño de la alcantarilla sobre su capacidad totalmente llena, pero en pocas ocasiones funcionara a toda su capacidad.

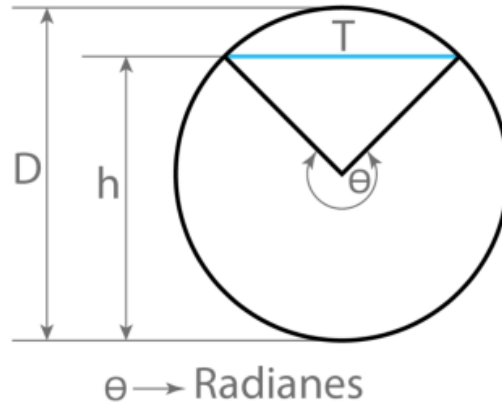
Para el caso de drenaje pluvial proveniente de cunetas el ancho de la alcantarilla no debe ser menor a 0.4 metros. En las alcantarillas debe existir un control a la entrada y un control a la salida, para el primer control se tendrá en cuenta la sección transversal, la geometría de la sección y la profundidad del agua a la entrada, y para el control de salida, el nivel de agua a la salida, la rugosidad del material, pendiente y longitud de la alcantarilla.

Para efectos de cálculo se diseñará una sección circular de alcantarilla de material PVC debido a las ventajas que tiene con respecto a las tuberías de hormigón como son: facilidad de manejo en obra, existe una menor pérdida de carga, impide la adhesión de partículas sólidas a la tubería ya que su superficie es lisa, mejor resistencia mecánica y resistencia al fuego.

A continuación, se presentan las ecuaciones para el cálculo de las dimensiones de la alcantarilla:

Figura 78

Diseño de Alcantarilla-Hidráulica Básica



Fuente. Apuntes de materia de Drenaje P57

- Espejo de agua:

$$T = D * \sin(\theta/2)$$

- Relación diámetro/ calado:

$$h = \frac{D}{2} (1 - \cos(\theta/2))$$

- Área:

$$A = \frac{1}{8} * (\theta - \sin \theta) D^2$$

- Perímetro Mojado:

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

- Radio Hidráulico:

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

- Calado Crítico:

$$y_c = \left(\frac{1.01}{D^{0.26}} \right) \left(\frac{Q^2}{g} \right)^{0.25}$$

Donde:

D= diámetro de la alcantarilla (m)

θ = Angulo central (Radianes)

El diseño debe cumplir con tres objetivos principales los cuales estas representados de la siguiente manera:

- a) El caudal calculado de la sección planteada debe ser mayor que el caudal de diseño.

$$Q_{calculado} \geq Q_{diseño}$$

- b) La altura o calado debe ser mayor a la altura máxima o calado critico

$$h \geq h_{max}$$

- c) La velocidad no debe exceder la velocidad máxima permisible

$$V \leq V_{maxper}$$

9.6.2.2.1. Corrección de caudal de diseño para alcantarilla

El cálculo de caudales se realizó para un periodo de retorno de 25 años, por lo que es necesario realizar una corrección al caudal obtenido para un periodo de 100 años, la cual se la realizara aplicando la siguiente expresión, que nos proporciona un factor “f” de corrección:

$$f = \frac{Intensidad_{pr(100 \text{ años})}}{Intensidad_{pr(25 \text{ años})}}$$

$$f = \frac{111.8}{83.6} = 1.34$$

- Caudal de aportación de cuneta derecha (tramo 1+505-1+240) =0.29 m³/s
- Caudal de aportación de cuneta izquierda (tramo 1+505-1+240) =0.01 m³/s
- Caudal de diseño = 0.30 m³/s

Se considera que la alcantarilla recolectará el caudal de la cuneta derecha tanto como el de la cuneta izquierda, por lo tanto, la suma de los dos caudales será el caudal de diseño al cual se aplicará el factor de corrección.

$$\text{Corrección de caudal} = \text{Caudal de diseño} * f$$

$$\text{Corrección de caudal} = 0.30 \text{ m}^3/\text{s} * 1.34$$

$$\text{Caudal de diseño para alcantarillas} = 0.402 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.6.2.2.2. Secciones e implantación de Alcantarillas

Para el presente proyecto se implantarán 5 alcantarillas para el desalojo del caudal proveniente de las cunetas las mismas que cumplen con las condiciones de diseño, su cálculo se encuentra adjunto en el ANEXO 11, en la siguiente tabla se observa el resumen de la ubicación, material, y dimensión de las alcantarillas diseñadas.

Tabla 78

Resumen de secciones e implantación de Alcantarillas

Descripción	Abscisa	Diámetro (mm)	Material
Alcantarilla n° 1	1+240	500	PVC
Alcantarilla n° 2	0+960	500	PVC
Alcantarilla n° 3	0+740	500	PVC
Alcantarilla n° 4	0+280	600	PVC
Alcantarilla n° 5	0+000	500	PVC

Elaborado por: Los Autores

La descarga de estas alcantarillas será, hacían el margen derecho de la vía mediante un muro de alas con su respectivo dentellón, están estructuras darán protección a la alcantarilla,

debido a que se encuentra en una parte alta de la montaña se deberá realizar muros de gaviones, ya que la quebrada es demasiado profunda, esto con la finalidad de proteger y darle estabilidad a las alcantarillas para evitar problemas de erosión o posible inestabilidad en la estructura. Dicha quebrada pasa por mas de una propiedad privada por lo que se deberá informar del paso de la descarga a los propietarios., los cuales han acordado con el GAD PARROQUIAL DE ATAHUALPA, dar su apoyo total a construcción de la vía.

CAPÍTULO X

EVALUACIÓN AMBIENTAL

10.1. Diagnóstico de la problemática

La Parroquia Rural de Atahualpa-Habaspamba situada en la parte norcentral del Distrito Metropolitano de Quito cuenta con un área aproximada de 84.78 km², en donde un 50% representa un área para cultivos y pastos, en los cuales se desarrolla las principales actividades económicas de la parroquia.

Actualmente la parroquia cuenta con un camino vecinal que conecta Atahualpa con el barrio San Luis de Aloguincho, parroquia Puéllaro, cabe mencionar que este camino no se encuentra en condiciones óptimas para el tránsito vehicular y solo un 50 % de esta vía está habilitado, el otro 50% se convierte en un sendero peatonal concurrido diariamente.

Por lo que se ha presentado la Propuesta de Mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha en donde permitirá y facilitara el intercambio de diversos productos, y se planea reducir gastos de movilización y tiempo para quienes transiten , esto permitirá el desarrollo tanto de la parroquia de Atahualpa como del barrio San Luis de Aloguincho al igual que la parroquia de Perucho, caracterizado por ser un gran productor de maíz.

En la fase de construcción de un proyecto vial se presentan variaciones en el medio ambiente, y a su vez en el ámbito social en el sector donde se realizará la obra, por lo que es necesario identificar las alteraciones que se producen, ya sean positivas o negativas, de esta forma el estudio de impacto ambiental permitirá en base a metodologías que nos servirán para elaborar los planes ambientales correspondientes.

10.2. Área de influencia socio económica

La Parroquia Atahualpa se encuentra distribuida en 13 barrios los cuales son: San Vicente, San Francisco San José, El Progreso, El Triunfo, Las Palmeras, El Astillero, el Moyal, Mojanda, Mojandita, Piganta, Santa Marianita y Tinajillas. Estos barrios abastecen de sus productos agrícolas, ganaderos y florícola a diversos lugares entre ellos Otavalo, Cayambe, Guayllabamba, Quito e incluso una gran cantidad al extranjero, además la parroquia busca resaltar los atractivos turísticos de la zona, como cascadas, miradores, granjas ecológicas entre otros.

El área de influencia socioeconómica se enfoca en el estudio de las viviendas, comunidad, barrios y sembríos, que se encuentran donde se va a realizar el mejoramiento de la vía, a su vez el tema económico va relacionado con las acciones de indemnización en el caso de haber daños que afecten a las comunidades cercanas, esto se realiza en función de establecer acciones de compensación (MAE, AM 066).

10.3. Ubicación de escombrera

Debido a que proyecto se encuentra ubicado en una zona rural del Distrito Metropolitano de Quito, a una distancia de 32.1 Km de la escombrera autorizada más cercana (ESCOMBRERA SAN ANTONIO). sé ha decidido depositar el material en una quebrada y utilizar los escombros como un relleno sanitario, previa autorización del Fiscalizador.

10.4. Caracterización ambiental

El proyecto se encuentra ubicado dentro las áreas de influencia tanto directas como indirectas:

- Sistemas abióticos
- Sistemas bióticos
- Medio antrópico

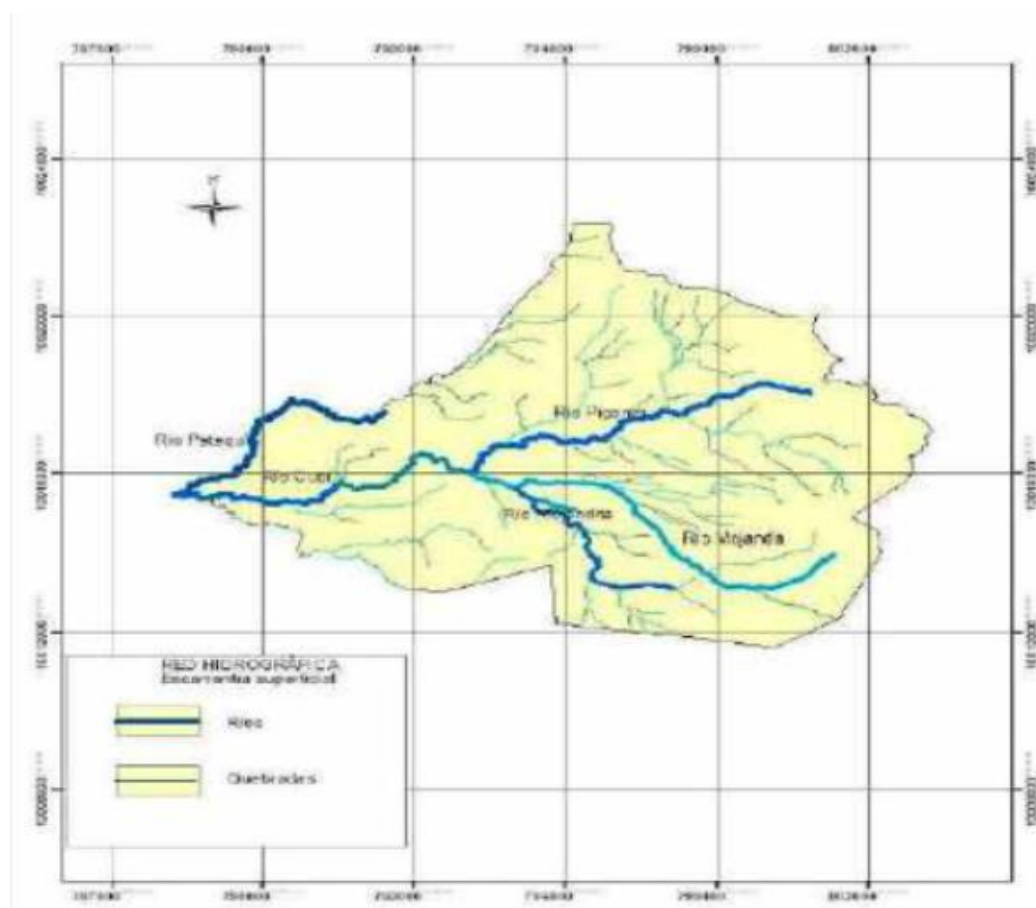
10.4.1. Sistemas abióticos

10.4.1.1. Recurso agua

El agua es un recurso necesario y muy valioso, para la humanidad. Atahualpa posee diversas vertientes naturales como lo son: Mojandita, los Amarillos, Turucucho, río Piganta, río Mojanda Grande y río Mojandita, las cuales abastecen tanto a Atahualpa como a las parroquias colindantes. (Plan de Ordenamiento Territorial, pág. 55, 2019).

Figura 79

Mapa Hidrológico de la parroquia de Atahualpa



Fuente: Plan de desarrollo territorial de la parroquia de Atahualpa, pág. 57, 2019.

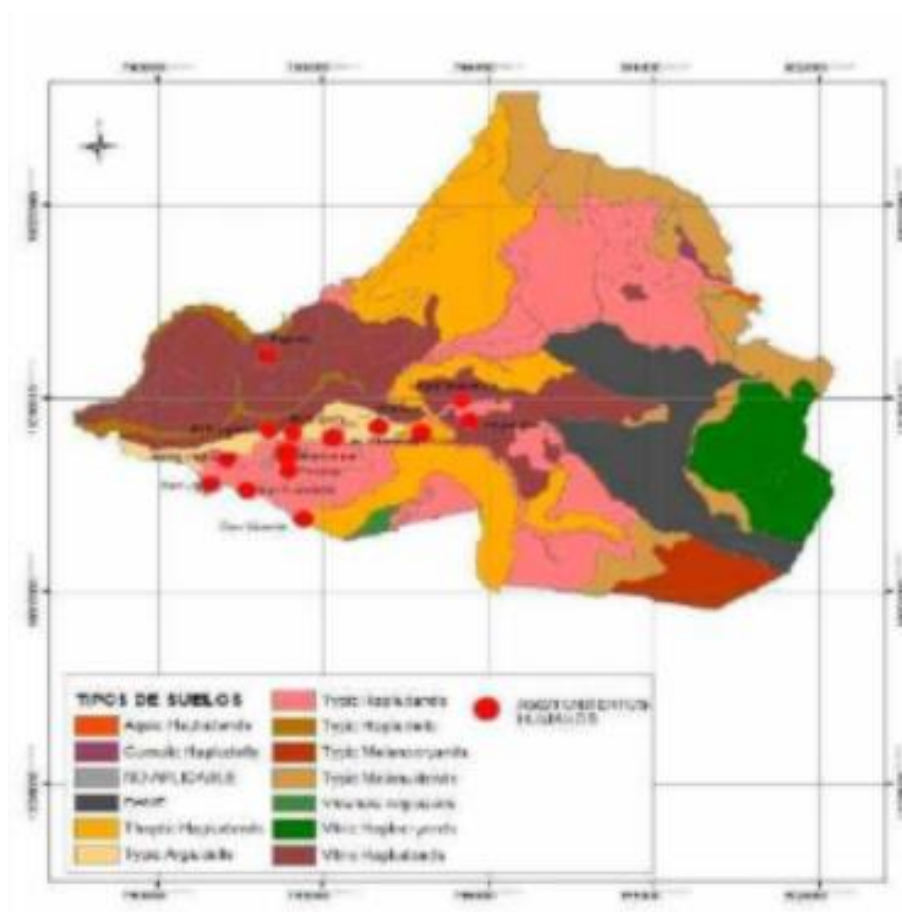
El presente proyecto no presenta vertientes de agua o cuencas que perennes, pero se a visualizado por las características topográficas del sector que puede existir cuencas transitorias o estacionales que crucen por o traviesen el proyecto.

10.4.1.2. Recurso Suelo

El suelo de la parroquia de Atahualpa se encuentra compuesto por: Lutitas, Calizas, volcaniclastos, rocas ultra básicas, lavas basálticas, tobas, brechas, lavas andesitas, turbiditas grauwas.

Figura 80

Mapa de la cobertura de suelo de la parroquia de Atahualpa



Fuente: Plan de desarrollo territorial de la parroquia de Atahualpa, pág. 58, 2019.

El suelo de Atahualpa se encuentra se encuentra ocupado por, áreas pobladas, cultivos y maizales agropecuarios, pastizales, bosques nativos, áreas sin cobertura vegetal, etc, como se presenta en el siguiente cuadro.

Figura 81

Uso de suelo de la parroquia de Atahualpa.

Cuadro 5.- Distribución, cobertura y uso del suelo.		
	Hectáreas	Porcentaje
Área poblada	20,5	0,24%
Cultivos y mosaico agropecuario	708	2,22%
Pastizal	4984,5	58,85%
Bosques nativo	3735	36,02%
Sin cobertura y vegetación arbustiva y herbáceas	226,5	2,67%
Total distribución hectáreas	8478	100,00
Fuente PDYOT 2015		

Fuente: Plan de desarrollo territorial de la parroquia de Atahualpa, pág. 52, 2019.

10.4.2. Factores Bióticos

10.4.2.1. Flora

El plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Atahualpa nos indica que:

Entre las especies que caracteriza a la flora podemos encontrar el bosque de polilepis considerado como una especie forestal, la paja, el sunfo que se la considera como una planta aromática, entre otras, se puede observar también especies que corresponde a un bosque primario de la zona alto andina. (pág. 44, 2019).

10.4.2.2. Fauna

Las principales características de la fauna en la parroquia de Atahualpa se encuentran representadas por la liebre de páramo, aves como el cóndor, conejos silvestres, curiquingues, águilas. (Plan de desarrollo territorial de la parroquia de Atahualpa, pág. 44, 2019).

10.5. Evaluación de Impactos Ambientales

Tabla 79

Evaluación de impacto ambiental

Ponderación/Valoración				
Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Alcance	Temporalidad	Nivel de Impacto (alto- medio-bajo)
Calidad del aire	Se ve afectado de forma temporal por la generación de emisiones de fuentes móviles y por el levantamiento del material particulado	Puntual	Temporal	Bajo
Calidad del suelo	Será afectada las vibraciones y erosión que genera la maquinaria, a su vez por los posibles derrames de combustibles por la maquinaria que transporte el adoquín, y la generación de desechos no peligrosos	Puntual	Temporal	Medio
Calidad del agua	Se verá alterada la calidad del agua por el uso de servicios higiénicos de forma temporal	Puntual	Temporal	Medio
Ruido	Esto se producirá por el funcionamiento de la maquinaria por ello el impacto es temporal.	Puntual	Temporal	Bajo

Nota. Se expresan los principales factores ambientales que interviene dentro la proyecto.
Elaborado por: Los Autores.

10.6. Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental o PMA contiene medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos que se generarán debido a las actividades de mantenimiento por resultados del proyecto. (S., 2019)

En base a la identificación de los potenciales impactos ambientales que se presentarían como consecuencia de la implementación del proyecto, se desarrolla el presente plan de manejo ambiental – PMA- dando cumplimiento al marco jurídico ambiental del Ecuador y a las

Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI -12 -MTOPI (S., 2019)

De acuerdo con los impactos y riesgos evaluados, el PMA de la empresa consta de los siguientes planes:

1. Plan de prevención y/o mitigación de impactos
2. Plan de manejo de desechos
3. Plan de contingencias
4. Plan de salud y seguridad ocupacional
5. Plan de monitoreo y seguimiento
6. Plan de relaciones comunitarias
7. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental
8. Plan de cierre y abandono.

10.6.1. Plan de Prevención, mitigación y remediación de impactos

El plan de prevención, mitigación y remediación de impactos se compone de los programas de prevención y control del aire, agua y suelo, los cuales están a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

- El programa de prevención y control del aire tiene como objetivo establecer medidas de prevención y mitigación ante impactos negativos producidos por generación de material particulado, emisiones de ruido y vibración en fuentes móviles, durante el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 80

Programa de prevención y control del aire

No	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PPM-01	Generación de ruido	Alteración acústica	Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria considerando los límites permisibles del Acuerdo Ministerial 097 - Tabla 2. Niveles Máximos de Emisión para fuentes móviles de ruido	(# de mantenimientos realizados/ # de mantenimientos programados) *100	Registro de los mantenimientos realizados	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral en la fase de construcción	Finalización del proyecto
PPM-02			Utilizar un tanquero de agua para mantener húmeda el área donde se va a realizar el mejoramiento de la vía, según lo estipula el Ministerio de Obras públicas en el enunciado 205 - (1) Agua para control de polvo	(volumen de agua utilizada/ volumen de agua requerido) *100	Informe de consumo de agua	A partir de la aprobación del proyecto	Semanal en fase de operación	Finalización del proyecto
PPM-03	Generación de material particulado	Alteración en composición de la atmósfera	Cubrir las volquetas que transportan adoquines con lona hasta el sitio donde se dará el mejoramiento de la vía	(# de volquetas cubiertas / # total de volquetas) *100	Material fotográfico de las volquetas	A partir de la aprobación del proyecto	Permanente	Finalización del proyecto
PPM-04			Recubrir el material de construcción con lonas, toldos o plásticos para protegerlo de la lluvia y viento	(# de área cubierta /# total del área de construcción) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Permanente en fase de construcción	Finalización del proyecto
PPM-05	Generación de emisiones móviles		Exigir que los vehículos de servicio tengan su respectivo certificado de revisión técnico mecánica vigente, según el Art. 309 - Reglamentos a la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial	(# vehículos certificados/# vehículos contratados) *100	Certificado de revisión técnica vehicular	A partir de la aprobación del proyecto	Único	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

— Programa de prevención y control de contaminación del agua tiene como objetivo prevenir y minimizar los impactos negativos al recurso agua, durante el mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 81

Programa de prevención y control de contaminación del agua

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PPM-06	Generación de aguas grises	Alteración del recurso agua	Instalar servicios higiénicos para el manejo de residuos líquidos	(# de servicios higiénicos instalados/ # de servicios higiénicos necesarios) *100	Registro de fotográfico de los servicios higiénicos	A partir de la aprobación del proyecto	Temporal en fase de construcción	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

— Programa de prevención y control de contaminación de suelos tiene como objetivo establecer medidas de prevención y control para evitar la contaminación del suelo, durante el mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 82

Programa de prevención y control de contaminación de suelos

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PPM-07	Generación de derrames de combustible	Alteración del suelo	Controlar que la maquinaria se encuentre en buen estado, por medio del certificado de la CORPAIRE	(# maquinaria en buen estado/# total de maquinaria de la construcción) *100	Certificado de la CORPAIRE	A partir de la aprobación del proyecto	Anual	Finalización del proyecto

PPM-08			Almacenar los combustibles solo en recipientes adecuados para tal propósito en cantidades mínimas, según los lineamientos del Art 25 del RAOHE	(# de recipientes almacenado/# de recipientes requeridos para almacenar) *100	Material fotográfico de los recipientes	A partir de la aprobación del proyecto	Mensual	Finalización del proyecto
PPM-09	Generación de vibraciones	Alteración del suelo por vibraciones	Utilizar amortiguadores en la maquinaria y vehículos para mitigar las vibraciones	(# de amortiguadores utilizados/ # de amortiguadores requeridos) * 100	Factura de la instalación de los amortiguadores	A partir de la aprobación del proyecto	Único	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.2. Plan de manejo de desechos solidos

El plan de manejo de desechos sólidos se compone de los programas de manejo de desechos sólidos no peligrosos y sólidos peligrosos, los cuales están a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

- El programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos tiene como objetivo reciclar y rehusar los residuos/desechos no peligrosos, durante el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 83

Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PMD-01	Generación de residuos vegetales	Alteración del suelo	Recoger y transportar estos residuos a una fosa para su biodegradación en abono	(# de residuos recogidos/# de residuos generados) *100	Registro de la cantidad de residuos recolectados	A partir de la aprobación del proyecto	Mensual	Finalización del proyecto
PMD-02			Implementar recipientes de almacenamiento de colores según la norma INEN2841, para una correcta separación y reciclaje	(# de recipientes implementados/ # de recipientes planificados) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Durante todo el proyecto	Finalización del proyecto
PMD-03	Generación de retazos de adoquín		Entregar los retazos de adoquín a gestores autorizados para reutilizarlos	(# de gestores autorizados contratados/# de gestores autorizados disponibles en el medio) *100	Contrato firmado con el gestor	A partir de la aprobación del proyecto	Mensual	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

- El programa de manejo de desechos sólidos peligrosos tiene como objetivo prevenir y minimizar los impactos ambientales vinculados a la generación y disposición de desechos peligrosos, durante el mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 84

Programa de manejo de desechos sólidos peligrosos

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PMD-04	Generación de materiales adsorbentes con aceites usados	Alteración del recurso suelo	Almacenar estos residuos en recipientes herméticos, debidamente marcados y rotulados como peligrosos y se deben colocar en lugares libres de humedad y de calor excesivo	(# de recipientes herméticos utilizados) / (# de recipientes herméticos adquiridos) *100	Material fotográfico de los recipientes herméticos	A partir de la aprobación del proyecto	Mensual	Finalización del proyecto
PMD-05			Entregar los desechos peligrosos a gestores autorizados por la autoridad. De acuerdo al Art. 88 del Acuerdo Ministerial No. 061, para una apropiada gestión de desechos, según el Acuerdo Ministerial 161, Art .178	(# de gestores autorizados contratados/# de gestores autorizados en el mercado) *100	Registro de la entrega de desechos	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral fase de construcción	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.3. Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental

El programa de comunicación, capacitación y educación ambiental tiene como objetivo capacitar ambientalmente a los trabajadores y pobladores asentados en el área de influencia directa del proyecto con la finalidad de minimizar los riesgos que se presentan ante derrames, accidentes/incidentes laborales y ambientales, durante el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha

Tabla 85

Programa de comunicación, capacitación y educación ambiental

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PCC-01	Generación de ruido y vibraciones por maquinaria	Afectación en los trabajadores	Realizar capacitaciones sobre el uso y conservación del equipo de protección personal específico para ambientes donde se genere ruido y vibraciones (tapones auditivos, orejeras), según lo indica el literal d) referente al art. 175 del Reglamento de Seguridad Y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones requeridas) *100	Registro de asistencia	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-02	Generación de derrames	Afectación a trabajadores	Capacitar al personal que se encuentra laborando en el mejoramiento de la vía para prevenir la descarga accidental de aceites de acuerdo a la cláusula 5.2 de la NTE INEN 2266:2000	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones requeridas) *100	Registro de asistencia	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-03	Generación de emisiones	Afectación a salud y al personal de la empresa	Capacitar al personal sobre los límites máximos permisibles de emisiones al aire según el Acuerdo Ministerial 097, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas. Tabla 4 Límites máximos permisibles de concentración de emisiones al aire para motores de combustión interna.	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones requeridas) *100	Documentos de los temas de capacitación	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto

PCC-04	Generación de fenómenos naturales	Afectación al proyecto y salud de los trabajadores	Programas de capacitación sobre primeros auxilios y de preparación de desastres naturales, de acuerdo al Plan Nacional De Respuesta Ante Desastres.	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones requeridas) *100	Documentos de los temas de capacitación	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-05			Implementar programas de capacitaciones sobre el manejo de la maquinaria y equipos ante la ocurrencia de un desastre natural, de acuerdo al Plan Nacional De Respuesta Ante Desastres.	(# de programas implementados/# de programas establecidos) *100	Registros de asistencia	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-06	Generación de riesgos por el uso de maquinaria	Afectación a la salud de los trabajadores	Capacitar al personal en el tema de Seguridad en Salud Ocupacional para que puedan identificar los factores de riesgo existentes durante el desarrollo del proyecto, según lo establecido en el Reglamento Interno de Seguridad en el trabajo del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones requeridas) *100	Registros de asistencia	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-07			Instruir a los trabajadores acerca de la situación y significado de la señalización de seguridad empleada durante el proyecto, según lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo, Art. 167.-Señalización de seguridad.	(# de instrucciones dadas/ # de instrucciones planificadas) *100	Material fotográfico de la señalización	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PCC-08			Realizar capacitaciones por parte de los especialistas en asuntos de emergencias sobre la importancia y el manejo del botiquín de primeros auxilios.	(# de capacitaciones realizadas/# de capacitaciones)	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto

				requeridas) *100				
PCC-09	Generación de desechos	Impacto visual	Capacitar a todo el personal sobre el contenido del Plan de Manejo Ambiental, medidas a cumplirse, responsabilidades y periodos de cumplimiento.	(# de capacitaciones realizadas/ # de capacitaciones programadas) *100	Registro de asistencia	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.4. Plan de Relaciones Comunitarias

El programa de relaciones comunitarias tiene como objetivo mantener una cordial relación con la población cercana al proyecto por medio de estrategias de comunicación, programas de indemnización y compensación, mientras se da el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Tabla 86

Programa de relaciones comunitarias

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PRC-01	Generación de emisiones a la atmósfera	Afectación a la salud de la comunidad	Realizar talleres durante la etapa de mejoramiento de la vía, para tratar temas de interés para la comunidad como: sociales, de salud y ambiente. Como lo exige la Resolución Interna No. 206	(# de talleres realizados/# de talleres programados) *100	Cronograma de las actividades que se realizaran en los talleres	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PRC-02	Generación de desechos	Impacto visual.	Colocar pancartas informativas sobre la clasificación de los residuos sólidos que se generen durante el mejoramiento de la vía según lo indica el Plan de Manejo de Desechos.	(# de pancartas colocados/ # de pancartas programados)	Pancartas informativas	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PRC-03	Generación de ruido por la maquinaria	Afectación a la comunidad aledaña	Realizar reuniones informativas con la comunidad para dar aviso sobre las medidas acordadas y aprobadas por la secretaria del Ambiente, ante posibles molestias que generará la maquinaria en el mejoramiento de la vía	(# de reuniones realizadas/ # de reuniones establecidas) * 100	Registro de las reuniones	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PRC-04	Responsabilidad social de la constructora	Conflictos socioambientales con la comunidad	Realizar un programa de compensación según el daño que causan las emisiones de la maquinaria	(# de compensaciones realizadas/# de compensaciones programadas) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PRC-05	Falta de comunicación	Conflictos sociales	Presentar trípticos durante las reuniones para informar a la comunidad sobre las actividades que se realizarán para el	(# de trípticos entregados/# total de trípticos) *100	Trípticos	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto

mejoramiento de la vía. De acuerdo con el Art. 184 del COA.

PRC-06	Establecer mecanismos de atención oportuna ante quejas que presente la comunidad durante el mejoramiento de la vía	(# de quejas atendidas /# total de quejas) *100	Informe de quejas	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
---------------	--	---	-------------------	--	-----------	---------------------------

Elaborado por: Los Autores.

10.6.5. Plan de Contingencias

El programa de contingencias tiene como objetivo establecer acciones para responder de manera eficaz ante un accidente o emergencia que se presente mientras se da el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382, con el fin de cuidar vidas humanas y proteger el medio ambiente. - 3+382, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Tabla 87

Programa de contingencias

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo	
						Fecha de inicio	Frecuencia

PC-01	Riesgo de Incendio	Afectación al medio ambiente y trabajadores	Realizar un programa de inspección y mantenimiento en la maquinaria para prevenir incendios, según lo indica la NTE-INEN-739 y el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.	(# de inspecciones realizadas/# de inspecciones programadas) *100	Registro de inspecciones	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PC-02			Elaborar un reporte de accidentes y daños en el área de mejoramiento de la vía	(# de reportes atendidos / # de reportes totales) *100	Reporte de accidente	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se presente alguna situación de emergencia	Finalización del proyecto
PC-03	Deslizamientos y atascamiento de maquinaria	Afectación a los trabajadores y comunidad aledaña	Evacuar al personal a un sector seguro al identificar la existencia de alguna maquinaria afectada, por producto del deslizamiento	(# de evacuaciones realizadas/ # de evacuaciones planificadas) *100	Informe de la evacuación	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se presente alguna situación de emergencia	Finalización del proyecto
PC-04			Entrega del material de protección personal a los trabajadores que se encargan del mejoramiento de la vía	(# entregas realizadas/ # de entregas programados) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PC-05			Llevar un registro de los centros de salud más cercanos al proyecto donde se realiza el mejoramiento de la vía	(# de registro de los centros de salud más frecuentados / # de registros de centros de salud del sector) * 100	Dirección exacta del centro del Salud	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PC-06	Emergencias naturales y antrópicas	Afectación a la salud de los trabajadores	Dotar de un botiquín de primeros auxilios con los implementos necesarios para solventar cualquier emergencia	(# de botiquines entregados/# de botiquines solicitados) *100	Botiquines	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PC-07			Realizar simulacros de evacuación y actuación en casos de emergencia de acuerdo con el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres	(# de simulacros realizados/ # de simulacros programados) * 100	Material fotográfico del simulacro	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PC-08			Disponer señalética con información acerca de números de emergencia, qué hacer ante un desastre, tener en cuenta las rutas de evacuación y sitios seguros Según la norma INEN-ISO 3864-1.	(# de señalética implementada/ # total de señalética por implementar) * 100	Señalética	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto

PC-09	Derrames de sustancias peligrosas	Alteración del suelo por combustible y lubricantes	Mantener un kit antiderrame que incluya herramientas de recolección y material adsorbente, acorde a la norma NTE INEN 2266:2013 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.	(# de kits entregados/ # de kits solicitados) * 100	Material fotográfico del kit	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PC-10			Realizar revisiones periódicas a la maquinaria para evitar fugas de aceites y combustible, según el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Capítulo IV de Utilización y mantenimiento de máquinas Art. 92	(# de revisiones realizadas/ # de revisiones programadas) * 100	Informe de la revisión	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.6. Plan de Salud y Seguridad Ocupacional

El programa de salud y seguridad ocupacional tiene como objetivo proteger la salud y seguridad de los trabajadores involucrados en el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Tabla 88

Programa de salud y seguridad ocupacional

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza

PSS-01			Mantener con su respectiva señalética de seguridad las áreas del proyecto de mejoramiento de la vía para prevenir posibles accidentes, de acuerdo a la NTE INEN - ISO 3864-1:2013 de Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.	(# de señaléticas implementadas/ # de señaléticas por implementar) * 100	Señalética	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PSS-02	Generación de riesgos al personal (accidente laboral, enfermedad ocupacional por lesiones, cortaduras, atrapamientos, aplastamientos. Levantamiento de carga, exposición a productos químicos, manipulación de maquinaria y herramientas		Identificar y controlar los riesgos de salud y seguridad según la función de cada trabajador	(# de riesgos identificados/ # de riesgos planificados) * 100	Informe de los riesgos identificados	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PSS-03		Afectación a la salud y seguridad de los trabajadores	Controlar el estado de la maquinaria de acuerdo al Art. 92 de Mantenimiento de máquinas del Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.	(# de controles realizados/ # de controles planificados) * 100	Informe de mantenimientos	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PSS-04			Organizar un comité de seguridad e higiene del trabajo integrado por trabajadores y empleadores de acuerdo al Art.14 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente	(# de comités organizados/ # de comités requeridos) *100	Ficha de conformación de comité	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto

PSS-05	Entregar un adecuado equipo de protección personal de acuerdo a las características de cada puesto de trabajo, de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393	(# de equipos de protección entregados/ # de equipos de protección solicitados) * 100	Facturación de los equipos de protección	A partir de la aprobación del proyecto	Semestral	Finalización del proyecto
PSS-06	Reportar los accidentes de trabajo laboral ante el IESS	(# de reportes realizados/ # total de reportes) * 100	Reportes de accidentes	A partir de la aprobación del proyecto	Cuando sea necesario	Finalización del proyecto
PSS-07	Prohibir el ingreso del personal que se encuentre bajo efectos del alcohol y sustancias estupefacientes.	(# de trabajadores prohibido el ingreso/ # total de trabajadores) *100	Reporte de prohibición de ingreso	A partir de la aprobación del proyecto	Cuando sea necesario	Finalización del proyecto
PSS-08	Realizar exámenes médicos a los trabajadores antes de realizar el proyecto y de forma periódica una vez puesto en marcha el proyecto, según el Art. 14 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	(# de exámenes médicos elaborados/ # exámenes médicos planificados) * 100	Exámenes médicos	A partir de la aprobación del proyecto	Cuando sea necesario	Finalización del proyecto
PSS-09	Realizar pruebas psicológicas antes de ingresar al trabajo y de forma periódica según el Art. 26 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo	(# de pruebas psicológicas realizadas/ # de pruebas psicológicas programadas) * 100	Resultados de pruebas psicológicas	A partir de la aprobación del proyecto	Cuando sea necesario	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.7. Plan de Monitoreo y Seguimiento

El plan de monitoreo y seguimiento tiene el programa de monitoreo y el de seguimiento, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

- El programa de monitoreo tiene como objetivo diseñar acciones orientadas a supervisar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la normativa vigente, durante el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 89

Programa de monitoreo

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PMS-01	Generación de gases y material particulado	Alteración de la calidad del aire	Ejecutar monitoreos de calidad del aire con los parámetros establecidos en el Acuerdo Ministerial 097	(# de monitoreos realizados/ # de monitoreos planificados) *100	Informe de monitoreo	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-02	Generación de ruido	Aumento de los niveles de ruido en el ambiente	Inspeccionar y monitorear los niveles de ruido en el área donde se dará el mejoramiento de la vía, de acuerdo al Art 5 -6, del Decreto Ejecutivo 2393 (Límites máximos de presión sonora)	(# de inspecciones realizadas/ # de inspecciones planificadas) *100	Material fotográfico de la inspección	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto

PMS-03			Establecer un programa de monitoreo de ruido en conjunto con un laboratorio acreditado por el SAE.	(# de programas de monitoreo realizados/ # de programas de monitoreo definidos) *100	Informe de programas	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PMS-04	Generación efectos negativos sobre los componentes bióticos	Pérdida de la diversidad de flora y fauna	Realizar estudios por medio de muestreos, para conocer las especies presentes, aspectos ecológicos, determinación de bioindicadores, según lo indica el Art. 210 De evaluación ambiental del Acuerdo Ministerial N° 28	(# de estudios realizados/ # de estudios planificados) *100	Registro de especies	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-05	Generación de desechos sólidos peligrosos y no peligrosos	Alteración fisicoquímica del suelo	Realizar monitoreos del sistema de almacenaje y disposición final de desechos, para evitar su acumulación de acuerdo al Art.67 del Decreto Ejecutivo 2393	(# de monitoreos realizados/ # de monitoreos planificados) *100	Informe del monitoreo	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-06			Evaluar a los gestores de desechos peligrosos para verificar que sean competentes en la gestión de este tipo de desechos esto en conformidad al Art. 237 del COA	(# de gestores evaluados/ # de gestores totales) *100	Registro de los gestores	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

— Programa de Seguimiento tiene como finalidad evaluar si las actividades programadas están operando conforme lo indican la normativa para prevenir y controlar de la contaminación ambiental, durante el mejoramiento de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822 - 3+382.

Tabla 90

Programa de seguimiento

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PMS-07	Seguimiento del Plan de Manejo Ambiental	Contaminación del agua, aire y suelo.	Examinar el cumplimiento del Plan de Monitoreo Ambiental, para implementar medidas correctivas.	(# de cumplimientos identificados/ # total de cumplimientos) *100	Informe de cumplimiento	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-08			Mantener una cobertura de riesgo ambiental, para enfrentar posibles incumplimientos del PMA, según la Autoridad Ambiental responsable	(# de riesgos ambientales revisados/ # total de riesgos ambientales) *100	Informe de incumplimiento	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-09	Levantamiento de no conformidades	Suspensión temporal o permanente el permiso de funcionamiento	Realizar el seguimiento del cumplimiento del PMA, mediante auditorías internas para evitar sanciones al momento de una auditoría externa	(# de seguimientos realizados/ # de seguimientos planificados) * 100	Registro fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Trimestral	Finalización del proyecto
PMS-10	Incumplimiento del Plan de	Revocatoria de la licencia ambiental	Presentar a la Autoridad Ambiental una auditoría de cumplimiento con la finalidad de obtener la licencia	(# de auditorías realizadas/ # de	Informe de auditorías	A partir de la	Anual	Finalización del proyecto

manejo
ambiental

ambiental que incluya el permiso de
funcionamiento del Cuerpo de
Bomberos

auditorías
requeridas) *100

aprobación
del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.8. Plan de Rehabilitación de Área

El programa de rehabilitación de área tiene como objetivo rehabilitar el entorno del área donde se ejecutará el mejoramiento de la vía, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Tabla 91

Programa de rehabilitación de área.

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PRA-01	Uso del suelo (geomorfología del área)	Alteración de la calidad y estructura del suelo	Realizar una evaluación de las áreas que fueron afectadas por el mejoramiento de la vía, permitiendo identificar la necesidad de realizar procesos de rehabilitación	(# de evaluaciones realizadas/ # de evaluaciones planificadas) *100	Informe de evaluación	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PRA-02			Presentar un informe de la rehabilitación que se va a ejecutar en el área de mejoramiento de la vía, para la aprobación por parte de la secretaria de Ambiente	(# de informes presentados/ # de informes planificados) * 100	Informes de rehabilitación	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PRA-03	Derrame de sustancias peligrosas	Alteración de las características fisicoquímicas del suelo	Establecer un plan de remediación ambiental, el cual deberá contar: a) Describir la tecnología que se usará para la remediación	(# de planes de remediación realizados/ # de planes	Plan de remediación	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto

			b) Establecer las alternativas tecnológicas c) Utilizar el kit antiderrame en caso de ser necesario	rehabilitación evaluados) *100				
PRA-04			Realizar un inventario de las áreas que fueron afectadas de acuerdo a la Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados en el numeral 4.1.2 de las actividades que degradan la calidad del suelo	(# de inventarios realizados/ # de inventarios planificados) * 100	Inventario	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PRA-05			Rehabilitar el área con una revegetación de especies que ayuden a mejorar las características del suelo, según el Art. 45. del Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.	(# especies sembradas/ # especies planificadas) *100	Adquisición de especies	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PRA-06	Flora	Alteración cobertura vegetal	Estimar el número de especies botánicas a plantarse en las áreas a ser revegetadas, según el Art. 397 de la Constitución del Ecuador	(# de especies plantadas/ # de especies planificadas) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

10.6.9. Plan de Cierre y Abandono

El programa de cierre y abandono tiene como objetivo establecer medidas de cierre al final del mejoramiento de la vía, con el fin de acondicionar y restaurar el área que estuvo en uso, permitiendo abandonar el sitio sin alterar el medio ambiente, el cual estará a cargo del proponente, para ser aplicados en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Tabla 92

Programa de cierre y abandono

N°	Aspecto	Impacto	Medida	Indicador	Medio de Verificación	Plazo		
						Fecha de inicio	Frecuencia	Fecha finaliza
PCA-01			Realizar una limpieza de las áreas donde se realizó el mejoramiento de la vía, de acuerdo con el Art. 139 del Plan de cierre del Acuerdo Ministerial N.º 28	(# de limpiezas realizadas/ # de limpiezas programadas) *100	Limpieza	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PCA-02	Generación de desechos	Alteración al recurso suelo y flora	Incorporar especies botánicas (árboles y arbustos), durante el cierre del proyecto, para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus características como indica el Art. 397 de la Constitución del Ecuador	(# de especies botánicas incorporadas/ # total de especies botánicas) *100	Material fotográfico de las especies botánicas plantadas	A partir de la aprobación del proyecto	Cada vez que se requiera	Finalización del proyecto
PCA-03			Entregar los residuos a gestores ambientales, escombreras autorizadas o recolección municipal, según sea el caso.	(# de entregas realizadas/ # de entregas planificadas) * 100	Firma con gestores	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PCA-04	Cierre y abandono	Problemas legales - ambientales	Informar a la Autoridad Ambiental con anticipación sobre el cierre del proyecto de mejoramiento de la vía, según lo establecido en el Art. 134 del plan de cierre del Acuerdo Ministerial N.º 061	(# de informes entregados/ # de informes planificados) * 100	Informes presentados a la autoridad	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto

PCA-05		Realizar informes o auditorías ambientales referentes al cierre, según lo establecido en el Art. 43 de cierre de operaciones según el Acuerdo Ministerial N.º 061	(# auditorías realizadas/ # de auditorías planificadas) *100	Informe de auditoría	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto
PCA-06	Afectación a la comunidad	Comunicar a la comunidad sobre la terminación del proyecto de mejoramiento de la vía por medio de radio, volanteo, perifoneo o una reunión previa antes del abandono.	(# de habitantes informados/ # total de habitantes) *100	Material fotográfico	A partir de la aprobación del proyecto	Única	Finalización del proyecto

Elaborado por: Los Autores.

CAPÍTULO XI

SEÑALIZACIÓN VIAL

Dentro del proyecto se ha diseñado la señalización vial, el cual ofrece seguridad y comodidad al momento de transitar por ella.

Para realizar dicho diseño, se han de tomar aspectos como la velocidad de circulación, el ancho de la calzada, la distancia de frenado, el volumen de tráfico, entre otros. Un adecuado diseño evitara siniestros de tránsito en la vía y prevendrá a conductores y peatones que pasen por ella.

11.1. Normativa vigente

En el Ecuador el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN nos ofrece los criterios necesarios y suficientes para la implementación de señalización dentro la vía por lo que nos basaremos en su normativa vigente:

- Señalización vial parte 1. Señalización horizontal 1 - RTE-INEN-004-1.
- Señalización vial parte 2. Señalización horizontal - RTE-INEN-004-2.
- Señalización vial parte 3. Señales de vías Requisitos - RTE-INEN-004-3.

11.2. Señalización vertical

Dentro la normativa actual dedicada a de la señalización vertical RTE-INEN-004-1 tenemos que:

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros

que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. (INEN Señalización vial Parte 1, 2011, pág. 6.).

Las señaléticas deberán ser de tipo retro reflectivas o en su defecto iluminadas, con la finalidad de poder ver sus colores a cualquier hora del día, deberán ser normalizadas y su instalación acorde a lo establecido en el reglamento actual por lo que será necesario verificar la RTE-INEN-004-1 en sus apéndices correspondientes.

Tipo de señales según sus funciones:

- Señales regulatorias (Código R).
- Señales preventivas (Código P).
- Señales informáticas (Código I).
- Señales especiales delineadoras (Código D).

11.2.1. Señales Regulatorias (Código R).

Este tipo de señales nos permiten informar a los usuarios las prioridades de uso, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones, y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento se sancionaría como una infracción de tránsito tipificado en el Reglamento de tránsito.

— **Pare (R1 – 1).** - Se instalan en las aproximaciones a intersecciones en donde una vía tiene prioridad con respecto a otra, obliga al vehículo a frenar antes de pasar por una intersección.

Figura 82

Señal regulatoria de pare

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



R1 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Nota. Se presentan las dimensiones del disco pare según la normativa. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

— **Una vía doble (R2 – 2).** – Debe ubicarse al inicio de calzadas o calles dobles y repetirlas en todas las intersecciones y cruces, indica que una vía puede fluir en dos sentidos.

Figura 83

Señal regulatoria doble vía



R2-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R2-2A	900 x 300	100 Cm
R2-2B	1350 x 450	140 Cm

Nota. Se presentan las dimensiones del disco de doble vía según la normativa. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

— **Serie de limite máximos (R4 – 1).** – Utilizamos esta señal para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía. Su instalación depende de un estudio previo de tramo, de su velocidad de diseño y operación, la accidentalidad registrada el uso del suelo etc. los límites máximos deben ser siempre múltiplos de 10.

Figura 84

Señal regulatoria máxima velocidad.

Símbolo y orla negros
Círculo rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo



R4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Nota. Se presentan las dimensiones del disco de máxima velocidad según la normativa.

Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

11.2.2. Señales preventivas (Código P).

Se utilizan para alertar a conductores de potenciales peligros que se encuentran mas adelante, por lo general se instalan a una distancia mínima de 100 metros en zonas urbanas y 150 metros en zonas rurales (carreteras), antes del peligro.

De manera general la normativa nos indica las medidas mínimas para señalizaciones son 600x600 mm.

Figura 85

Señales preventivas y sus dimensiones.

85 percentile velocidad km/h	Dimensión (mm) de la señal
menos de 60	600 x 600
70 – 80	750 x 750
más de 90	900 x 900

Nota. Se presentan las dimensiones mínimas según la normativa. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

Tabla 93

Señales preventivas

Señalización	Identificación
 <p>P1-1 I P1-1 D</p>	<p>Curva abierta izquierda Curva abierta derecha</p>
 <p>P1-4I P1-4D</p>	<p>Curva y contra curva izquierda Curva y contracurva derecha</p>
 <p>P1-5I P1-5D</p>	<p>Vía sinuosa primera izquierda Vía sinuosa primera derecha</p>
 <p>P6-2</p>	<p>Resalto/ Reductor de Velocidad</p>

Nota. Señales preventivas aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

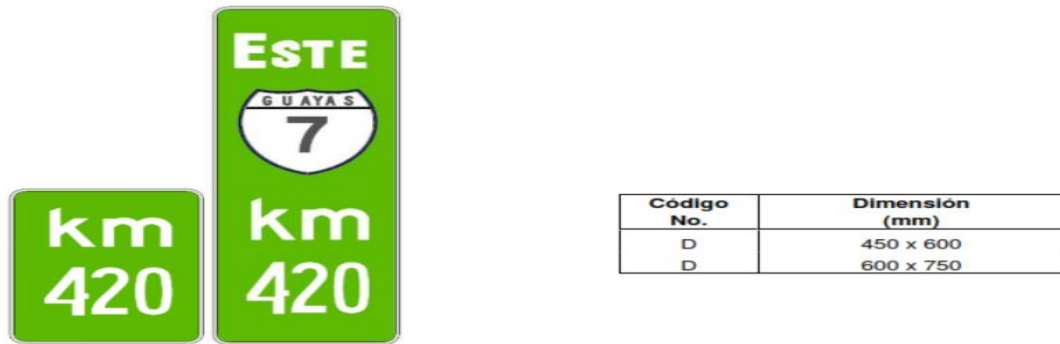
11.2.3. Señales informativas (Código I).

Este tipo de señales permiten orientar y guiar a los usuarios viales hasta sus destinos finales de una manera mucho más segura, directa y simple.

Para postes de kilometraje se colocarán señales de 450mm x 600mm y para señales de población 1800mm x 600mm

Figura 86

Serie de postes de kilometraje



Nota. Señales informativas aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

Figura 87

Nombre de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc.



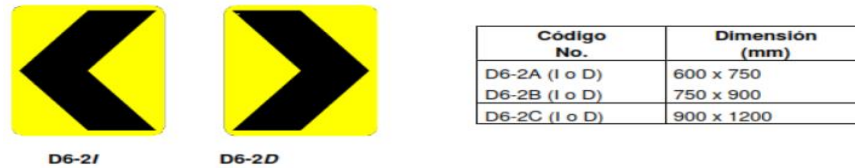
Nota. Señales informativas aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

11.2.4. Delineadores horizontales (D6)

Son utilizadas para remarcar el cambio de la rasante, que debe seguir el conductor. utilizadas en curvas cerradas para derecha o izquierda según corresponda.

Figura 88

Señal D6-2 (I o D).

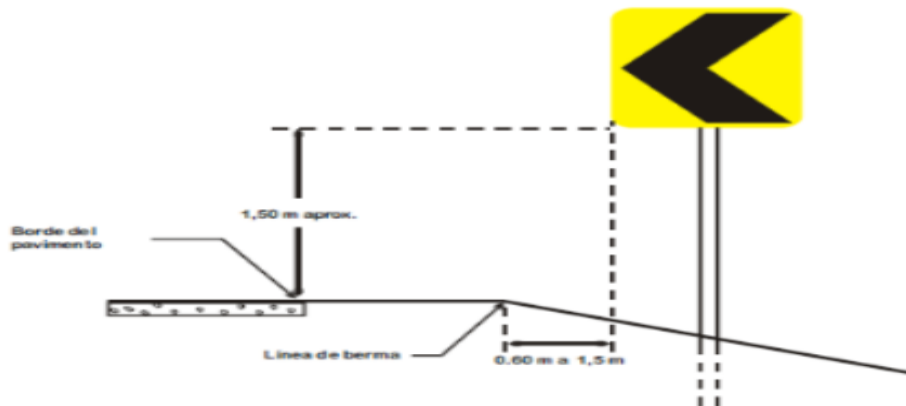


Nota. Señales delineadoras aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

Este tipo de letreros se colocan a una distancia de entre 0.6 y 1.5 metros a partir del borde exterior del pavimento y a una altura promedio de 1.5 metros.

Figura 89

Ubicación de la señal D6-2(I o D).



Nota. Ubicación de la señal delineadora aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

En curvas y en las tangentes de entrada y salida de éstas, el espaciamiento de los delineadores de curvas horizontales deberá ser tal que sea visibles para el conductor como mínimo tres delineadores a la vez.

Figura 90

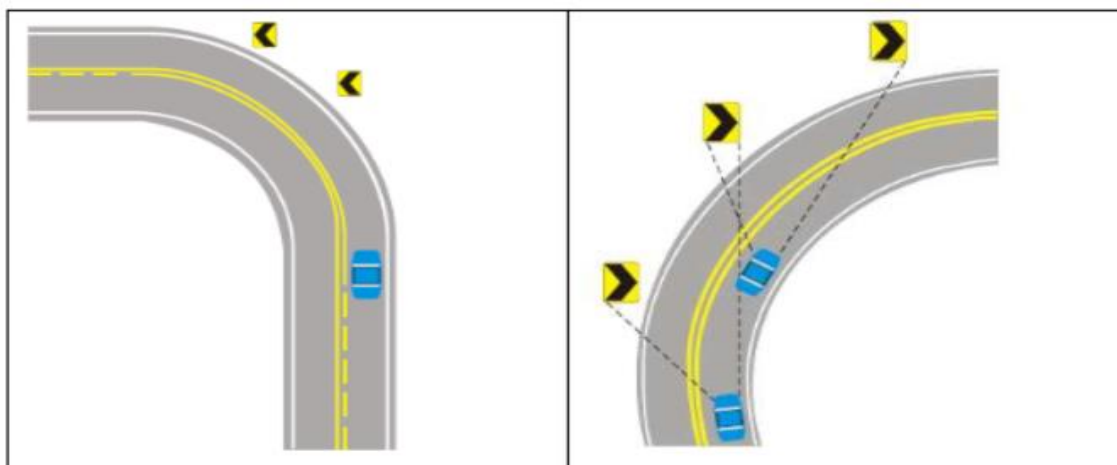
Espacio máximo de delineadores de curvas horizontales,

Radio de curvatura (m)	Espadamiento en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Nota. Separaciones de chevrones aplicables al proyecto de acuerdo con el radio de curvatura. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

Figura 91

Ubicación longitudinal de delineadores de curvas horizontales



Nota. Ubicación longitudinal de chevrones aplicables al proyecto. Fuente: vertical RTE-INEN-004-1.

Tabla 94

Distribución de Chevrones sobre la vía.

CURVA	LONG m	NUMERO DE CHEVRONES					CANTIDAD
		1	2	3	4	5	
Pi# 1	28.95	0+25.26	0+39.74	0+54.21			3
Pi# 2	24.88	0+152.99	0+165.43	0+177.87			3
Pi# 3	16.45	0+226.03	0+234.26	0+242.48			3

Pi# 4	43.42	0+385.21	0+399.68	0+414.16	0+428.63		4
Pi# 5	20.93	0+468.92	0+479.39	0+489.85			3
Pi# 6	51.06	0+599.6	0+616.62	0+633.64			4
Pi# 7	62.63	0+690.45	0+702.97	0+715.5	0+728.02	0+740.55	5
Pi# 8	30.15	0+849.08	0+859.13	0+869.18			3
Pi# 11	24.41	1+185.51	1+193.64	1+201.78			3
Pi# 12	23.77	1+240.34	1+248.27	1+256.19			3
Pi# 13	31.31	1+302.08	1+312.51	1+322.95			3
Pi# 14	15.34	1+371.61	1+376.73	1+381.84			3
Pi# 15	16.63	1+422.79	1+428.34	1+433.88			3
Pi# 16	11.44	1+468.54	1+472.36	1+476.17			3
							46

Nota. Implantación de letreros D6 sobre la carretera. Elaborado por: Los Autores.

11.2.5. Ubicación de las señales a lo largo de la vía

Todas las señales se colocan a la derecha de la vía considerando el sentido de circulación de tránsito, de forma que la señal con respecto al eje de la vía forme un ángulo de 85° y 90°, para que la visibilidad para el usuario vial sea optima.

11.2.5.1. Ubicación local de las señales.

Para zonas rurales las señales medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del pavimento no será menor a 1.5 metros la distancia medida desde el extremo inferior hasta el borde del pavimento estará comprendido entre 1.8 y 3.6 metros.

11.2.5.2. Ubicación de las señales a lo largo de la vía.

11.2.5.2.1. Señales preventivas (P).

Se colocan antes del riesgo, que se trata de prevenir, en zonas rurales se las coloca basados en la siguiente tabla.

Tabla 95*Separación de señales preventivas*

Velocidad de Diseño	Distancia	
	al PC ó PT (m).	al ET ó TE (m.)
De 30 a 50 KPH	60	20
De 60 a 80 KPH	100	30
De 90 a 100 KPH	130	40

Nota. Separación de señales de prevención en base a la velocidad de diseño. Elaborado por:
Los Autores.

11.2.5.2.2. Señales reglamentarias (R).

Se colocan donde se presenta el riesgo o donde se deban cumplir la reglamentación, teniendo en cuenta un buen cuidado al estudiar su ubicación, con la finalidad de que el conductor pueda reaccionar favorablemente al mandato.

11.2.5.2.3. Señales informativas (I).

Se ubica antes de una intersección o de un cruzamiento a las distancias de la anticipación. En caso de una señal de intersección o de sitio de decisión de preferirá el de sitio de decisión.

Las señales informativas de ruta y de confirmación se colocarán después de una intersección o cruzamiento, a distancias no mayor a 60 m antes de los PC y PT, ni 20 m antes de los ET y TE.

11.2.6. Vallas de defensa (Guardavías)

Las vallas de defensa o guardavías, son elementos de seguridad localizadas en curvas forzadas, terraplenes altos, pendientes exageradas, empalmes y cruces. su objetivo es minimizar el peligro y evitar el riesgo de accidentes más aun en zonas montañosas, como en el caso del presente proyecto.

Se ha seleccionado como guardavías postes de acero y perfiles corrugadas como lo expresado en la norma NTE INE - 2473 – 2013

Figura 92

Barandas con perfil doble sin separador



Nota. Barandas dobles aplicables al proyecto. Fuente: vertical NTE INE - 2473 – 2013.

11.3. Señalización horizontal

La señalización horizontal tiene como objetivo transmitir un mensaje al conductor sin producirle distracción, indicándole obstáculos, dirección, entre otros. Se considera que este tipo de señalización es uno de los más importantes dentro del conjunto de elementos que conforman la señalización vial.

Para la normativa RTE INEN – 004 – 2 – 2011 la función de la señalización horizontal es la de:

Regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que se constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión del tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores. (pág. 6, 2011).

Para la normativa actual los ejes importantes de diseño son:

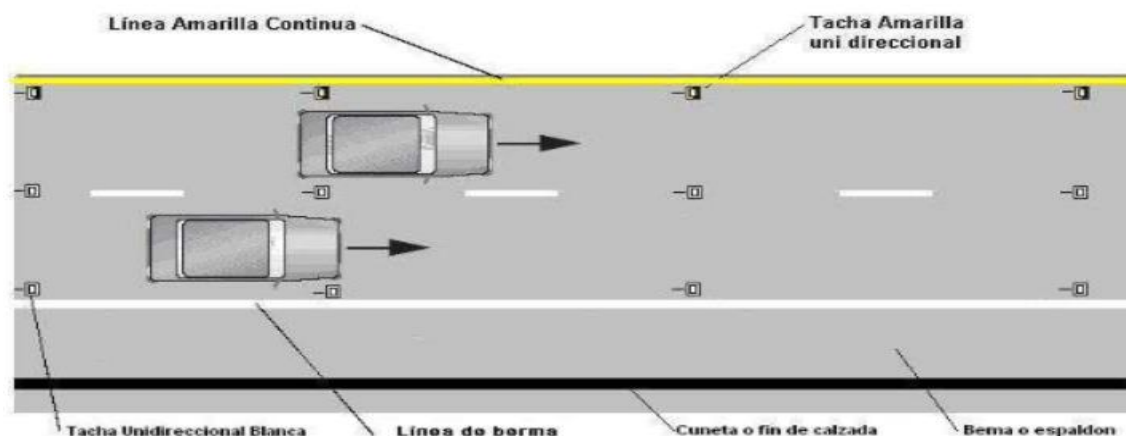
- a) Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retro Reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 5, 2011).
- b) Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 5, 2011).
- c) Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 5, 2011).
- d) Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 5, 2011).
- e) Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 5, 2011).

11.3.1. Líneas de borde de calzada.

Las líneas de borde de calzada son de color blanco y se ubican en el borde de la calzada, nunca fuera de ella, a excepción cuando está dividido por parterre o isla, deben utilizarse la línea amarilla al lado izquierdo del sentido de flujo vehicular. (RTE – INEN- 004-2 2, pág. 24, 2011).

Figura 93

Líneas continuas de borde, con espaldón o berma.



Nota. Líneas de borde. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

11.3.2. Líneas de separación de flujos opuestos.

Serán siempre de color amarillo y se utilizarán en vías de flujo bidireccional, con la finalidad de delimitar el flujo de circulación. Ubicadas en el centro de la calzada, este tipo de líneas se diseñan basados en la siguiente tabla ofrecida por la normativa RTE INEN 004-2.

Tabla 96

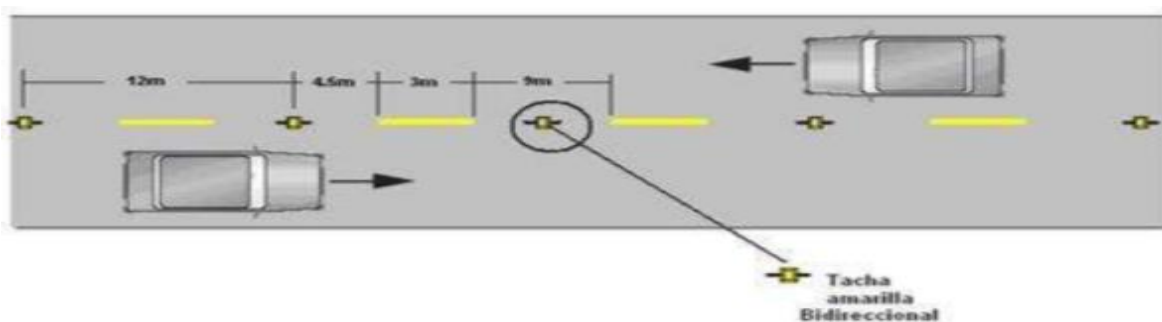
Relación señalización línea de separación.

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Nota. Dimensionamiento de líneas de separación de circulación opuesta segmentada. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2. Elaborado por:: INEN.

Figura 94

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.



Nota. Dimensionamiento de líneas de separación. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

11.3.2.1. Zonas de NO REBASAMIENTO

Las zonas de no rebasamiento se indican mediante la señalización horizontal y verticales. Estas zonas se aplican tanto en curvas verticales y curvas horizontales, indicando al usuario que tiene prohibido realizar maniobras de rebasamiento ya que la visibilidad es mala o nula.

En el caso de curvas verticales será necesario utilizar la distancia de visibilidad y en el caso de las curvas horizontales se utilizará la distancia de rebasamiento mínimo.

Tabla 97

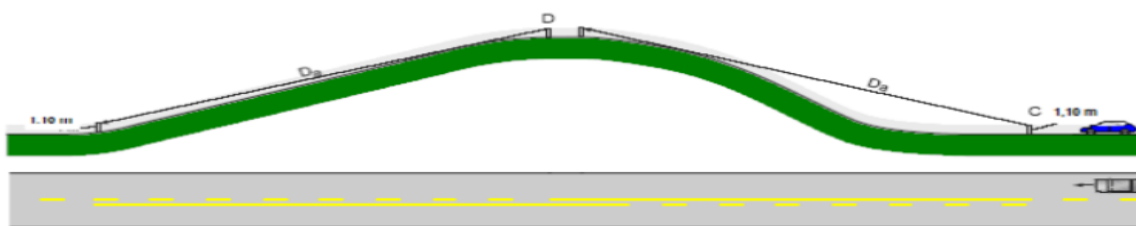
Distancia de Visibilidad.

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	482
80	65	80	541
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	728
120	91	106	792

Nota. Distancia de visibilidad en función de la velocidad de diseño. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

Figura 95

Zonas de NO REBASAR en curva vertical.



Nota. Distancia de visibilidad en función de la velocidad de diseño. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

Tabla 98

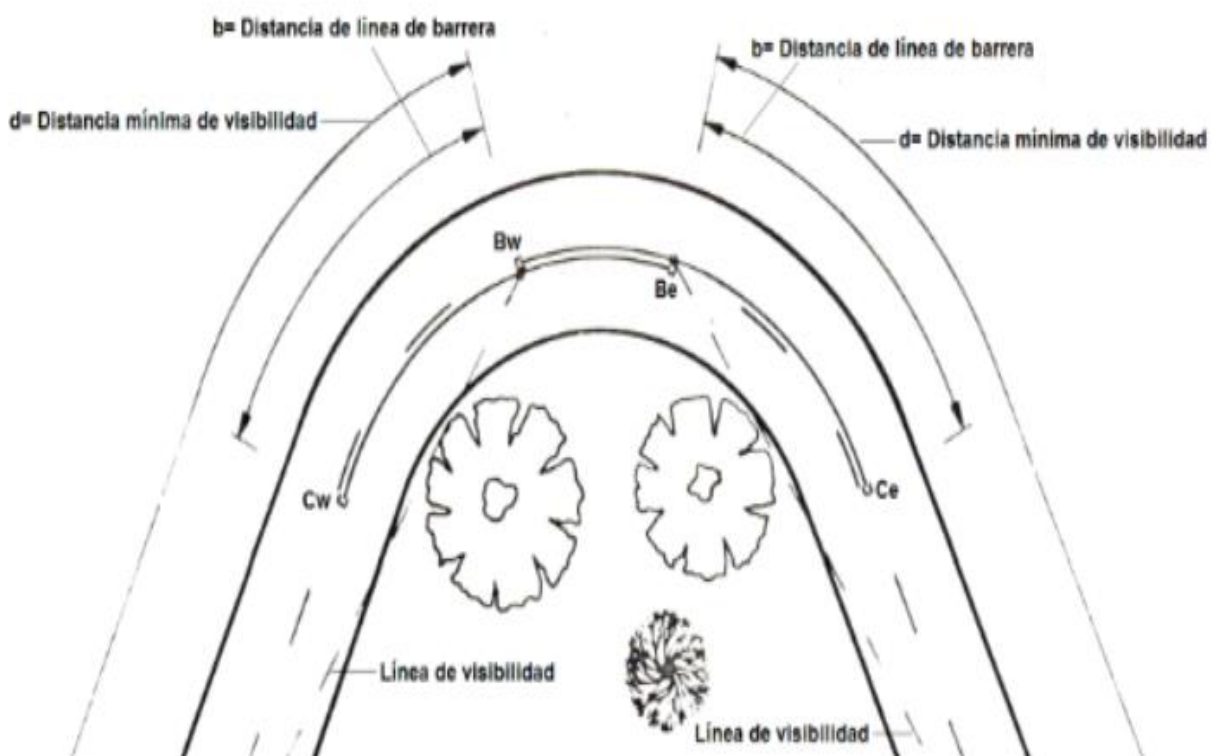
Distancia de rebasamiento mínimo.

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

Nota. Distancia de rebasamiento en función de la velocidad de diseño. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

Figura 96

Zonas de NO REBASAR en curvas horizontales.



Nota. Distancia de rebasamiento en función de la velocidad de diseño. Fuente: vertical RTE INEN 004- 2.

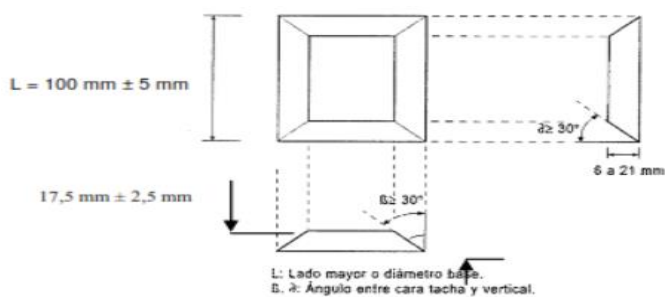
11.3.3. Tachas reflectivas

Las tachas reflectivas o también llamados ojos de gato se los denomina como señalización complementaria, que permite dar una mayor importancia o resaltar los límites de carril para la normativa RTE INEN 004- 2, este tipo de dispositivos deben cumplir los siguientes parámetros geométricos:

Su lado mayor o el diámetro de la su base debe ser de 100 mm con tolerancia de ± 5 mm; con una altura máxima de 17.5 mm con tolerancias de $\pm 2,5$ mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal. (pág.8, 2011).

Figura 97

Demarcadores (ojos de gato, tacha).



Nota. Demarcadores normalizados aplicables al proyecto. Fuente: RTE INEN 004-002-2011.

Tratándose de señalización complementaria, la superficie retro reflectiva debe ser siempre de al menos 10 cm^2 . cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalizado, pierde ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deteriorado, sin necesidad de retirar este último. (RTE INEN 004-002, pág. 9, 2011).

La utilización de las tachas reflectivas permite garantizar al conductor transitar en horas de la noche y en sectores donde puede existir concentraciones de neblina, dichos elementos se utilizan de color amarillo dentro de las líneas de separación de flujo y se colocan a una separación de 12 m entre sí.

CAPÍTULO XII

PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTO

12.1. Costos en la construcción (Egresos)

Un análisis de costos es vital antes de proceder a realizar una actividad dentro de la construcción, ya que la carencia de este tipo de análisis o poseer un análisis poco confiable, podría significar una pérdida abrupta de recursos y de tiempo.

Dentro de los proyectos uno de los aspectos indispensables es el presupuesto, según El manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua:

El presupuesto es la resultante de sumar los cinco elementos que componen el cálculo del costo estimado de la obra y que son: Costo Directo (CD) + Costo Indirecto (CI) + Costo de Administración Central (CAC) + Utilidad (U) + Impuestos (I). (pág. 7, 2008).

12.1.1. Costos directos

Definimos a los costos directos como los costos conocidos que inciden dentro de las actividades de trabajo, para El manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua:

Los costos directos son los costos previstos en que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en la cantidad o en el tiempo que sean necesarios, para realizar una actividad de construcción, mantenimiento o reparación de un tramo o sub-tramo de

carretera o camino de la red vial del país en un plazo establecido. (pág. 7, 2008).

Algunos de los parámetros que intervienen en el cálculo de los costos directos son:

12.1.1.1. Mano de obra

El cálculo de este costo por mano de obra se basa en lo establecido por el ministerio del trabajo, ya que el trabajador se acoge a todos los beneficios de ley.

Debido a que el proyecto se establece como una propuesta y se desconoce la entidad que ejecute dicho proyecto y los lapsos de tiempo se ha procedido a realizar se asumirán los costos establecidos por la CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO. emitidos en enero del año 2022 la cual nos estipula los salaros mínimos por ley. Verificar ANEXOS 12

12.1.1.2. Costos de material

Para la valoración de los costos de material se acude hasta los costos referenciales del mercado o lo que quiere decir, verificar los costos de materia que se ofrecen actualmente, respetando lo indicado en las especificaciones técnicas.

12.1.1.3. Costos de Equipo y Herramientas

De igual manera que el punto anterior se procederá a verificar los costos referenciales del mercado con respecto al alquiler de maquinaria o equipo.

12.1.1.4. Costos del Transporte

De igual manera que el punto anterior se procederá a verificarlos costos referenciales del mercado con respecto al trasporte tanto de material granular grueso y fino (Sub base y la Arena), y al transporte del adoquinado, siempre tomando en cuenta la distancia que existe desde la mina de material o el punto de distribución de material hasta el proyecto.

12.1.2. Costos Indirectos

Los costos indirectos son aquellos que no se pueden incorporar claramente dentro del proyecto como lo son los gastos administrativos, oficina central, dirección técnica, imprevistos e impuestos, para El manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua:

Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido, sin que puedan ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. (pág. 23, 2008).

- **Costos de Administración Central:** son los costos previstos en que puede incurrir un Contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos e indirectos, con un rango entre el 4% y el 10%. (No establecido) Este costo disminuye cuando el contratista ejecuta simultáneamente varios proyectos y cuando éstos están ubicados en una misma zona geográfica. (Manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua, pág. 23, 2008).
- **Costos de Utilidad:** son los costos previstos que un Contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un

plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 10% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta la oferta y la demanda del sector construcción. (Manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua, pág. 23, 2008).

- **Impuestos:** son los costos previstos en que debe incurrir un Contratista como carga negativa en cumplimiento de las leyes tributarias vigentes por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad (que constituye el costo de venta), siendo actualmente el 1% de impuesto municipal (IM) y el 15% de impuesto de valor agregado (IVA), que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal. (Manual para la revisión de costos y presupuestos del Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua, pág. 23-24, 2008).

Tabla 99

Análisis de costos Indirectos

Planificación	4.5%
Dirección de construcción	10%
Utilidad	10%
Impuestos	12%
Total, de costos indirectos	35%

Elaborado por: Los Autores.

12.2. Rubro

Dentro de un proyecto el rubro se define como la actividad o trabajo específicos a realizarse, dichas actividades se las realizan bajo especificaciones que detallan el tipo y alcance de la actividad.

12.3. Cantidad de Obra

Definimos a la cantidad de obra como la cuantificación de las actividades descritas por los rubros y las especificaciones técnicas, dependiendo del rubro la cuantificación del trabajo a realizar es diferente, estas pueden ser: metro lineal, metro cuadrado, metro cubico, km, global. etc.

Tabla 100

Rubros y Cantidades de obra para el proyecto

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
OPERACIONES PRELIMINARES			
1	Replanteo y Nivelación	km	1.504
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.26
MOVIMIENTO DE TIERRAS			
3	Excavación del suelo	m3	48100.71
4	Excavación para cunetas a maquina	m3	572.531
5	Excavación de alcantarillas	m3	63.12
6	Transporte de material excavado	m3/km	41008.26
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
7	Sub base clase III, e=40cm.	m3	4331.52
8	Cama de arena, e=40mm.	m3	433.44
9	Adoquín hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm	u	274638
10	Transporte sub base clase III (Dist=30km)	m3/km	129945.6
11	Transporte cama de arena (Dist=30km)	m3/km	13003.2
12	Transporte de adoquines	u/km	5492760
31	Bermas de hormigón simple f'c=180 kgf/cm2	ml	3016.0
32	Bermas de confinamiento	ml	457.242
DRENAJE VIAL			

13	Cuneta Triangular 1x0.30, hormigón simple f'c=210kg/cm ² , e=10cm, paletado (inc. Enc. y desenc.)	m	1510.545
14	Cuneta Triangular 0.2x0.30, hormigón simple f'c=210kg/cm ² , e=10cm, paletado (inc. Enc. y desenc.)	m	1505.455
15	Instalación de tubería de PVC D=500mm	m	48
16	Instalación de tubería de PVC D=600mm	m	12
SEÑALIZACION			
17	Señal regulativa de 600x600mm	u	1
18	Señal preventiva de 600x600mm	u	21
19	Señales informativas	u	1
20	Delineadores Horizontales 600x750mm	u	44
21	Marca de vial, (línea continua)	m	4520.138
CONTROL AMBIENTAL			
22	Plan de Prevención y Mitigación	Glb	1
23	Plan de Manejo de Desechos	Glb	1
24	Plan de Comunicación y Capacitación	Glb	1
25	Plan de Relaciones Comunitarias	Glb	1
26	Plan de Contingencia	Glb	1
27	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional	Glb	1
28	Plan de Monitoreo y Seguimiento	Glb	1
29	Plan de Rehabilitación de Áreas	Glb	1
30	Plan de Cierre y Abandono	Glb	1

Elaborado por: Los Autores.

12.4. Análisis de Precios Unitarios (APU)

El análisis de precios unitarios recorre todos los precios que intervienen dentro de cada rubro como lo son: el precio de material, el precio de la mano de obra y el precio de transporte entre otros. Este Análisis busca cuantificar el precio unitario para cada rubro. Verificar ANEXOS 13.

Tabla 101

Análisis de precios unitario referencial.

Análisis de Precios Unitarios					
NOMBRE DEL PROYECTO		Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha			
Elaborado por:		Andrea Bravo, Carlos Guevara			
Fecha		Mayo 2022			
Item:	21				
Código:	-			Rend H/U.	0.0448
Descrip.:	Marca de via, (línea continua)				
Unidad:	m				
COSTOS DIRECTOS					
Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Franjadora	1	3.32000	3.32	0.0448	0.15
Camion mediano	1	8.00000	8.00	0.0448	0.36
Camioneta doble tracción	2	5.00000	10.00	0.0448	0.45
Ecoba autopropulsora	1	6.72000	6.72	0.0448	0.30
Subtotal de Equipo:					1.26
Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Operador de franjadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0448	0.18
Operador de barredora autopropulsada Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0448	0.18
CHOFER: Camioneta (Est. Oc. C1)	3.00	4.29	12.87	0.045	0.58
Ayudante de maquinaria Estr. D2	2.00	3.93	7.86	0.0448	0.35
Peón Estr. E2	3.00	3.83	11.49	0.0448	0.51
Subtotal de Mano de Obra:					1.81
Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura de trafico	gl	0.010	28.61	0.29	
Diluyente	gl	0.010	7.31	0.07	
Subtotal de Meriales:					0.36
Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00
Costo Directo Total:					3.43
Utilidad + Indirectos 35%					1.20
Precio Unitario Total					4.62
Son:	CUATRO CON 62/100 DÓLARES				
NOTA: Estos precios no incluyen iva					

Elaborado por: Los Autores.

Para el caso de los rubros pertenecientes al control ambiental se ha tomado en cuenta las actividades que se realizan por cada plan ambiental como se detalla en el capítulo de impacto ambiental. para verificar minuciosamente observar ANEXOS 14.

Una vez determinado los análisis de precios unitarios ya es posible completar y determinar el presupuesto referencial y los egresos que producirán el proyecto.

PRESUPUESTO					
Proyecto:	Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho, km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, cantón Quito, Provincia de Pichincha				
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
OPERACIONES PRELIMINARES					
1	Replanteo y Nivelación	km	1.504	121.19	182.26
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.26	135.37	170.56
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3	Excavación del suelo	m3	48100.71	1.65	79316.03
4	Excavación para cunetas a maquina	m3	572.531	7.89	4517.24
5	Excavación de alcantarillas	m3	63.12	9.82	620.08
6	Transporte de material excavado	m3/km	41008.26	1.05	43250.08
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
7	Sub base clase III, e=40cm.	m3	4331.52	16.90	73210.04
8	Cama de arena, e=40mm.	m3	433.44	18.89	8186.03
9	Adoquinado Adoquín hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm	m2	13078	9.61	125699.66
10	Transporte sub base clase III (Dist=30km)	m3/km	129945.6	0.81	104769.39
11	Transporte cama de arena (dist=30km)	m3/km	13003.2	0.81	10483.91
12	Transporte de adoquines	m2/km	261560	0.53	138318.15
31	Bermas de hormigón simple f'c=180 kgf/cm2	ml	3016.0	83.06	250508.96
32	Bermas de confinamiento	ml	457.242	72.3	33058.5966
DRENAJE VIAL					
13	Cuneta Triangular 1x0.30, hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paleteado (inc. Enc. y desenc.)	m	1510.545	52.13	78747.71
14	Cuneta Triangular 0.2x0.30, hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paleteado (inc. Enc. y desenc.)	m	1505.455	36.94	55618.26
15	Instalación de tubería de PVC D=500mm	m	48	44.77	2148.82
16	Instalación de tubería de PVC D=600mm	m	12	45.89	550.71

SEÑALIZACION					
17	Señal regulativa de 600x600mm	u	1	205.00	205.00
18	Señal preventiva de 600x600mm	u	21	205.00	4305.00
19	Señales informativas	u	1	244.82	244.82
20	Delineadores Horizontales 600x750mm	u	44	224.57	9881.30
21	Marca de vía, (línea continua)	m	4520.138	4.62	20901.89
CONTROL AMBIENTAL					
22	Plan de Prevención y Mitigación	Glb	1	2312	2312
23	Plan de Manejo de Desechos	Glb	1	586	586
24	Plan de Comunicación y Capacitación	Glb	1	810	810
25	Plan de Relaciones Comunitarias	Glb	1	118	118
26	Plan de Contingencia	Glb	1	260	260
27	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional	Glb	1	200	200
28	Plan de Monitoreo y Seguimiento	Glb	1	2190	2190
29	Plan de Rehabilitación de Áreas	Glb	1	270	270
30	Plan de Cierre y Abandono	Glb	1	550	550
				TOTAL	1052190.51

Elaborado por: Los Autores.

12.5. Cronograma Valorado

El cronograma de valoración no es más que la programación de cada rubro de la obra, de acuerdo a sus plazos de ejecución contractual, el cronograma de obra nos permite mantener un control y registro de las actividades a realizarse dentro de la obra, permite visualizar los puntos en el tiempo de mayor inversión de capital y los puntos donde el flujo de capital es menor.

12.5.1. Curva de inversión

La curva de inversión o también llamada curva S es un instrumento de control utilizada para controlar el avance en la obra, esta grafica se forma del costo acumulado vs el tiempo.

En realidad, existen muchos tipos de curvas y su forma nos expresa diversos casos como, por ejemplo: donde la inversión tiene un flujo abrupto en el tiempo o puede darse el

caso donde la inversión inicial es baja con respecto al presupuesto referencial de la obra, en todo caso la CURVA S es la más difundida y nos indica que los rubros más costosos se presentan a mitad de la obra.

Figura 98

Cronograma valorado

PRESUPUESTO						CRONOGRAMA VALORADO Y CURVA DE INVERSION DETRABAJOS																	
Proyecto:	Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguíncho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha					SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3	SEMANA4	SEMANA5	SEMANA6	SEMANA7	SEMANA8	SEMANA9	SEMANA10	SEMANA11	SEMANA12	SEMANA13	SEMANA14	SEMANA15	SEMANA16		
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL																		
OPERACIONES PRELIMINARES																							
1						11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237	11.3914237		
1.1	Replanteo y Nivelacion	km	1.504	121.19	182.26	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094		
1.2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.26	135.37	170.56	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25		
2						33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333	33.3333333		
MOVIMIENTO DE TIERRAS																							
2.1	Excavacion del suelo	m3	48100.71	1.65	79316.03	2643.86755	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351	5287.7351		
2.2	Excavacion para cunetas a maquina	m3	572.531	7.89	4517.24	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914	376.436914		
2.3	Excavacion de alcantarillas	m3	63.12	9.82	620.08	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52	10.52		
2.4	Transporte de material excavado	m3/km	41008.26	1.05	43250.08	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884	2883.33884		
3						6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667	6.6666667		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO																							
3.1	Sub base clase III, e=40cm.	m3	4331.52	16.90	73210.04	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902	8134.44902		
3.2	Cama de arena, e=40mm.	m3	433.44	18.89	8186.03	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111		
3.3	Adoquinado Adoquin hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm	m2	13078	9.61	125699.66	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663	12569.9663		
3.4	Transporte sub base clase III (dist=30km)	m3/km	129945.6	0.81	104769.39	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434	11641.0434		
3.5	Transporte cama de arena (dist=30km)	m3/km	13003.2	0.81	10483.91	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8	1444.8		
3.6	Transporte de adoquines	m2/km	261560	0.53	138318.15	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153	13831.8153		
7.1	Bermas de hormigón simple f'c=180 kgf/cm2	ml	3016.0	83.06	250508.96	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289	27834.3289		
7.2	Bermas de confinamiento	ml	457.242	72.3	33058.5966	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667	50.8046667		
4						11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111	11.1111111		
DRENAJE VIAL																							
4.1	Cuneta Triangular 1x0.30, hormigon simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paletado(inc. Enc. y desenc.)	m	1510.545	52.13	78747.71																		
4.2	Cuneta Triangular 0.2x0.30, hormigon simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paletado(inc. Enc. y desenc.)	m	1505.455	36.94	55618.26																		
4.3	Instalacion de tuberia de PVC D=500mm	m	48	44.77	2148.82																		
4.4	Instalacion de tuberia de PVC D=600mm	m	12	45.89	550.71																		
5																							
SEÑALIZACION																							
5.1	Señal regulatia de 600x600mm	u	1	205.00	205																		
5.2	Señal preventiva de 600x600mm	u	21	205.00	4305.00																		
5.3	Señal informativas	u	1	244.82	244.82																		
5.4	Delineadores Horizontales 600x750mm	u	44	224.57	9881.30																		
5.5	Marca de via, (linea continua)	m	4520.138	4.62	20901.89																		
6																							
CONTROL AMBIENTAL																							
6.1	Plan de Prevencion y Mitigacion	Gib	1	2312	2312																		
6.2	Plan de Manejo de Desechos	Gib	1	586	586																		
6.3	Plan de Comunicación y Capacitacin	Gib	1	810	810																		
6.4	Plan de Relaciones Comunitarias	Gib	1	118	118																		
6.5	Plan de Contigencia	Gib	1	260	260																		
6.6	Plan de Seguridad y Salud Ocupacional	Gib	1	200	200																		
6.7	Plan de Monitoreo y Seguimiento	Gib	1	2190	2190																		
6.8	Plan de Rehabilitacion de Areas	Gib	1	270	270																		
6.9	Plan de Cierre y Abandono	Gib	1	550	550																		
TOTAL					51 052 190.51																		
MONTO PARCIAL						6204.72282	9041.38079	9246.3807	63150.1645	89162.5925	88615.0925	103126.101	103126.101	102327.042	102223.695	102809.342	108965.979	56286.0428	55779.6059	31503.692	20622.5758		
PORCENTAJE PARCIAL						0.58969576	0.85929123	0.87877439	6.00178046	8.47399701	8.42196271	9.80108643	9.80108643	9.725144	9.71532188	9.77098163	10.3561074	5.34941555	5.30128388	2.99410531	1.95996595		
MONTO ACUMULADO						6204.72282	15246.1036	24492.4843	87642.6488	176805.241	265420.334	368546.435	471672.537	573999.579	676223.274	779032.616	887998.595	944284.638	1000064.24	1031567.94	1052190.51	1052190.51	
PORCENTAJE ACUMULADO						0.58969576	1.44898699	2.32776137	8.32954183	16.8035388	25.2255016	35.026588	44.8276744	54.5528184	64.2681403	74.0391219	84.3952293	89.7446449	95.0459287	98.040034	100	100	100

Elaborado por: Los Autores.

12.6. Beneficios valorados (Ingresos)

Los beneficios valorados son todos los ingresos que generara el proyecto después de su ejecución, el proyecto se encuentra ubicado dentro de una parroquia rural por lo que sus principales beneficios son de carácter socio-económico para las parroquias que se conectaran, lo que mejorara notablemente las actividades que se efectúen en esta zona y estén relacionadas al tránsito del proyecto.

Estas mejoras pueden ir desde disminución de tiempo y ahorro costos de transporte.

12.6.1. Cálculo de Beneficios Valorados

A continuación, se presentan los costos que se analizarán para determinar los beneficios que aportara el proyecto después de su realización para lo cual se utilizara la información obtenida del capítulo de estudio del tráfico:

Tabla 102

Trafico Promedio Diario Anual

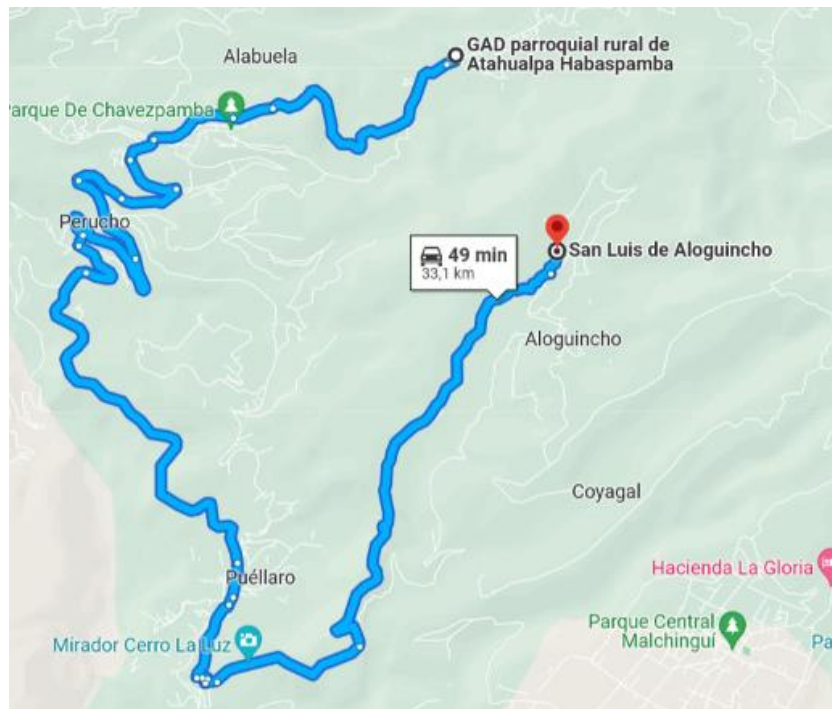
Tipo de vehículos	TPDA
Livianos	99
Buses 2DA	2
Camiones 2DA	14
Camiones 2DB	15
Volquetas V2DB	3
Total	133

Elaborado por: Los Autores

En este análisis es importante tener en cuenta que se realizara una comparación entre los costos antes de la ejecución del proyecto denominado como ítem A, vs los costos después de la ejecución del proyecto B, para el primer ítem se tiene la distancia que se recorre de la parroquia Rural de Atahualpa hasta el barrio de San Luis de Aloguincho actualmente misma que se presenta en el siguiente grafico que señala este recorrido.

Figura 99

Recorrido de Atahualpa-Barrio San Luis de Aloguincho



Nota. Recorrido Actual desde la parroquia de Atahualpa hasta el Barrio San Luis de Aloguincho. Fuente: Google Maps

Claramente podemos observar la considerable diferencia que existe actualmente sin el proyecto a una vez ya ejecutado el mismo, en cuanto al tiempo y distancia, factores que serán decisivos en el cálculo de beneficios, además se realizara una consideración en el cálculo debido a que el presente estudio del proyecto no cubre la totalidad de la vía que conecta a Aloguincho por lo cual se utilizara un factor que duplicara los km de vía con la convicción de obtener resultados que se acerquen a la realidad del proyecto.

Tabla 103

Comparación distancia, tiempo y velocidad

	Sin ejecución de Proyecto	Con ejecución de Proyecto
Distancia (km)	33.1	1.505*2
Tiempo (min)	49	20
Velocidad (km/h)	40	20

Elaborado por: Los Autores

Se analizarán los costos de operación vehicular y de transporte:

Costo de combustible: para el cálculo se tiene un estimado que para los vehículos livianos el costo de gasolina por galón es de \$ 2.551 el mismo que será consumido al recorrer 45 kilómetros, mientras que para vehículos pesados el costo de Diesel es de \$ 1.90 y rinde 35 kilómetros.

Tabla 104

Beneficio costo de combustible en el año

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de viajes	N° Galones utilizados	Costo Combustible	Total costo del Combustible
Livianos	99	33.1	2	268.48	2.551	135607.59
Buses 2DA	2	33.1	2	345.19	1.9	2623.41
Camiones 2DA	14	33.1	6	345.19	1.9	55091.64
Camiones 2DB	15	33.1	4	345.19	1.9	39351.17
Volquetas V2DB	3	33.1	2	345.19	1.9	3935.12
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)						236608.93
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de viajes	N° Galones utilizados	Costo Combustible	Total costo del Combustible
Livianos	99	1.505	2	24.41	2.551	12331.69
Buses 2DA	2	1.505	2	31.39	1.9	238.56
Camiones 2DA	14	1.505	6	31.39	1.9	5009.84
Camiones 2DB	15	1.505	4	31.39	1.9	3578.46
Volquetas V2DB	3	1.505	2	31.39	1.9	357.85
COSTO DE COMBUSTIBLE ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)						21516.40
AHORRO COSTO DE COMBUSTIBLE EN EL AÑO=(A-B)						215092.5275

Elaborado por: Los Autores

Costo de Neumáticos: en cuanto a los costos de neumáticos tenemos que por llanta para vehículos livianos es de 75 \$ por cada una, y para vehículos pesados es de 200 \$ por cada llanta, además la vida útil de cada neumático es de 300000 km luego de esto requerirá de un cambio de neumáticos.

Tabla 105*Beneficio costo de neumáticos al año*

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Neumáticos	N° de Neumáticos por Vehículo	Costo de Neumáticos	Total Costo de Neumáticos
Livianos	99	33.1	0.0403	4.00	70	1116.33
Buses 2DA	2	33.1	0.0403	6.00	200	96.65
Camiones 2DA	14	33.1	0.0403	6.00	200	676.56
Camiones 2DB	15	33.1	0.0403	6.00	200	724.89
Volquetas V2DB	3	33.1	0.0403	6.00	200	144.98
COSTO ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)						2759.41
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Neumáticos	N° de Neumáticos por Vehículo	Costo de Neumáticos	Total Costo de Neumáticos
Livianos	99	1.505	0.0037	4.00	70	101.52
Buses 2DA	2	1.505	0.0037	6.00	200	8.79
Camiones 2DA	14	1.505	0.0037	6.00	200	61.52
Camiones 2DB	15	1.505	0.0037	6.00	200	65.92
Volquetas V2DB	3	1.505	0.0037	6.00	200	13.18
COSTO ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)						250.93
AHORRO COSTO DE NEUMATICOS EN EL AÑO=(A-B)						2508.48294

Elaborado por: Los Autores

Costo de cambio de aceite: también conocido como el costo de los lubricantes está ligado a un cambio de aceite cada 5000 km para vehículos livianos y pesados, además que su precio varía para vehículos livianos y para pesados, teniendo precios de 30\$ y 50\$ respectivamente.

Tabla 106*Beneficio costo cambio de aceite en el año*

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Aceite	Costo de cambio de aceite	Total Costo de Cambio de aceite
Livianos	99	33.1	2.4163	30.00	7176.41
Buses 2DA	2	33.1	2.4163	50.00	241.63
Camiones 2DA	14	33.1	2.4163	50.00	1691.41
Camiones 2DB	15	33.1	2.4163	50.00	1812.23
Volquetas V2DB	3	33.1	2.4163	50.00	362.45
COSTO ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)					11284.12
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Aceite	Costo de cambio de aceite	Total Costo de Cambio de aceite
Livianos	99	1.505	0.2197	30.00	652.60
Buses 2DA	2	1.505	0.2197	50.00	21.97
Camiones 2DA	14	1.505	0.2197	50.00	153.81
Camiones 2DB	15	1.505	0.2197	50.00	164.80
Volquetas V2DB	3	1.505	0.2197	50.00	32.96
COSTO DE ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)					1026.14
AHORRO COSTO DE CAMBIO DE ACEITE EN EL AÑO=(A-B)					10257.9819

Elaborado por: Los Autores

Costos de Amortiguadores: Para efectuar un cambio de amortiguadores se estimará que se realizará después de haber recorrido 40000 km y el costo de amortiguadores para vehículos livianos es de 75\$ y para vehículos pesados 120\$ por cada amortiguador.

Tabla 107*Beneficio costo de amortiguadores en el año*

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Amortiguadores	N° de Amortiguadores por vehículo	Costo de cambio de amortiguador	Total Costo de Cambio de amortiguadores
Livianos	99	33.1	0.3020	4.0000	75.00	8970.51
Buses 2DA	2	33.1	0.3020	4.0000	120.00	289.96
Camiones 2DA	14	33.1	0.3020	4.0000	120.00	2029.69
Camiones 2DB	15	33.1	0.3020	4.0000	120.00	2174.67
Volquetas V2DB	3	33.1	0.3020	4.0000	120.00	434.93
COSTO ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)						13899.77
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios de Amortiguadores	N° de Amortiguadores por vehículo	Costo de cambio de amortiguador	Total Costo de Cambio de amortiguadores
Livianos	99	1.505	0.0275	4.0000	75.00	815.75
Buses 2DA	2	1.505	0.0275	4.0000	120.00	26.37
Camiones 2DA	14	1.505	0.0275	4.0000	120.00	184.57
Camiones 2DB	15	1.505	0.0275	4.0000	120.00	197.76
Volquetas V2DB	3	1.505	0.0275	4.0000	120.00	39.55
COSTO DE ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)						1264.00
AHORRO COSTO DE CAMBIO DE AMORTIGUADORES EN EL AÑO=(A-B)						12635.76893

Elaborado por: Los Autores

Costo de Sistema de Frenos: el sistema de frenado se cambia cada 30000 km y el costo para vehículos livianos es de 155 \$ y para pesados 285 \$.

Tabla 108*Beneficio costo sistema de frenos en el año*

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios Sis. De Frenado	N° de sistema de frenado	Costo de cambio de sistema de frenado	Total Costo de Cambio de sistema de frenado
Livianos	99	33.1	0.4027	1.0000	155.00	6179.69
Buses 2DA	2	33.1	0.4027	1.0000	285.00	229.55
Camiones 2DA	14	33.1	0.4027	1.0000	285.00	1606.84
Camiones 2DB	15	33.1	0.4027	1.0000	285.00	1721.61
Volquetas V2DB	3	33.1	0.8054	1.0000	285.00	688.65
COSTO ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)						10426.33
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Cambios Sis. De Frenado	N° de sistema de frenado	Costo de cambio de sistema de frenado	Total Costo de Cambio de sistema de frenado
Livianos	99	1.505	0.0366	1.0000	155.00	561.96
Buses 2DA	2	1.505	0.0366	1.0000	285.00	20.87
Camiones 2DA	14	1.505	0.0366	1.0000	285.00	146.12
Camiones 2DB	15	1.505	0.0366	1.0000	285.00	156.56
Volquetas V2DB	3	1.505	0.0366	1.0000	285.00	31.31
COSTO DE ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)						916.82
AHORRO COSTO DE CAMBIO DE SISTEMA DE FRENADO EN EL AÑO=(A-B)						9509.511075

Elaborado por: Los Autores

Transporte de productos: este costo se refiere al número de veces que los comerciantes o pobladores transportan sus productos, actualmente un flete cuesta \$ 35 y con la mejora de la vía se espera que el costo disminuya a \$ 10.

Tabla 109

Beneficio por costos de Transporte de productos

Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Viajes por semana	Costo de cada flete	Total Costo de transportes anuales
Camiones 2DA	14	33.1	2.0000	35.00	47040.00
Camiones 2DB	15	33.1	2.0000	35.00	50400.00
COSTO ANUAL SIN EJECUCION DEL PROYECTO (A)					97440.00
Tipo de Vehículo	TPDA	Vía (km)	N° de Viajes por semana	Costo de cada flete	Total Costo de transportes anuales
Camiones 2DA	14	1.505	2.0000	10.00	13440.00
Camiones 2DB	15	1.505	2.0000	10.00	14400.00
COSTO DE ANUAL CON EJECUCION DEL PROYECTO (B)					27840.00
AHORRO COSTO DE NEUMATICOS EN EL AÑO=(A-B)					69600

Elaborado por: Los Autores

A continuación, se presenta la tabla de resumen que indica los beneficios valorados y la comparación de costos entre el proyecto sin ejecutar y el proyecto ejecutado.

Tabla 110

Beneficios Valorados Anuales

Beneficios Valorados Anual				
Costos	Operación Vehicular			TOTAL, BENEFICIOS
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorro	
Combustible	236608.93	21516.40	215092.53	
Neumáticos	2759.41	250.93	2508.48	
Cambio de Aceite	11284.12	1026.14	10257.98	
Amortiguadores	13899.77	1264.00	12635.77	
Sistema de Frenos	10426.33	916.82	9509.51	
Total	274978.56	24974.29	250004.27	250004.27
Transporte de productos				
Costos	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorro	
Transporte de productos	97440.00	27840.00	69600.00	69600.00

TOTAL DE COSTOS	372418.56	52814.29	319604.27	319604.27
------------------------	-----------	----------	-----------	------------------

Elaborado por: Los Autores

Es necesario realizar la proyección de los vehículos para los años de vida útil, y obtener costos de operación vehicular y transporte de productos del proyecto, esta proyección se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 111

Beneficios con proyección de 20 años

Años	Operación Vehicular	Transporte de Productos	Total Beneficios
2021	250004.27	69600	319604.272
2022	250004.27	69600	319604.272
2023	250004.27	69600	319604.272
2024	250004.27	69600	319604.272
2025	250004.27	69600	319604.272
2026	283271.337	74400	357671.337
2027	283271.337	74400	357671.337
2028	283271.337	74400	357671.337
2029	283271.337	74400	357671.337
2030	283271.337	74400	357671.337
2031	314695.102	81600	396295.102
2032	314695.102	81600	396295.102
2033	314695.102	81600	396295.102
2034	314695.102	81600	396295.102
2035	314695.102	81600	396295.102
2036	325940.267	86400	412340.267
2037	325940.267	86400	412340.267
2038	325940.267	86400	412340.267
2039	325940.267	86400	412340.267
2040	325940.267	86400	412340.267
2041	324065.53	88800	412865.53

Elaborado por: Los Autores

12.7. Evaluación Económica-Financiera

Se realizará la evaluación económica financiera de la propuesta con el análisis de los posibles costos y ganancias que el proyecto adquirirá para el beneficio de la comunidad. Esta evaluación se elaborará en base a los criterios e indicadores presentados a continuación:

12.7.1. Mantenimiento vial

El mantenimiento vial es una serie de operaciones que se realizarán en la vía a lo largo de su vida útil, estas operaciones previenen que la estructura vial se vea afectada y se mantenga segura y apta para la circulación vehicular. Las acciones para el mantenimiento vial deben ser efectuadas de forma oportuna, por lo que tenemos mantenimiento rutinario, periódico y urgente.

Mantenimiento Rutinario: son obras en pequeña escala que tienen como objetivo garantizar el tránsito adecuado en la carretera en intervalos a corto plazo y evitar que se deteriore tempranamente.

Mantenimiento Periódico: la frecuencia de este mantenimiento es periodos largos en donde se debe conservar a la estructura vial de forma íntegra, estas actividades suelen ser más costosas que las anteriores.

Mantenimiento Urgente: son acciones que no se tenían planeadas y que necesitan atención inmediata, ya que la carretera se encuentra afectada o bloqueada, lo que impide la transitabilidad permanente en la vía.

12.7.1.1. Costo de Mantenimiento Vial

Dentro del mantenimiento vial para adoquines de concreto se contemplan las siguientes acciones:

- Limpieza manual de cunetas
- Limpieza manual de alcantarillas
- Reemplazo de adoquinado

Estas acciones se las realizara en periodos anuales para un mantenimiento rutinario mientras que el mantenimiento periódico se ejecutara en 20 años, tomando este dato como

referencia a la vida útil del proyecto puesto que este tipo de estructura no requiere de un mantenimiento riguroso debido a su alta resistencia.

Tabla 112

Costo de Mantenimiento para Adoquinado

Mantenimiento Vial para Estructura de adoquinado						
Mantenimiento Rutinario (Anual)						
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	N° VECES	TOTAL
1	Limpieza de Manual de Cunetas	m3	572.53	1.12	19	12183.46
2	Limpieza Manual de Alcantarillas	u	5.00	23.15	19	2199.25
TOTAL						14382.71

Mantenimiento Vial para Estructura de adoquinado						
Mantenimiento Periódico (Anual)						
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	N° VECES	TOTAL
1	Limpieza de Manual de Cunetas	m3	572.53	1.12	1	641.2336
2	Limpieza Manual de Alcantarillas	u	5.00	23.15	1	115.75
3	Reemplazo de adoquinado	m2	10839.27	16.02	1	173645.11
TOTAL						174402

Elaborado por: Los Autores

El costo total por el mantenimiento vial para una estructura de adoquinado durante su vida útil es decir durante los 20 años es de 188784.71 usd.

12.7.2. Valor actual neto (VAN)

Se entiende por valor actual neto a la suma actualizada al presente de todos los beneficios, costos e inversiones del proyecto, con lo que se mide la rentabilidad del proyecto en términos económicos (Córdova Padilla, 2007).

La fórmula matemática que se utilizara para determinar el VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- VAN= Valor Actual Neto
- Vt= Flujo de beneficios netos para el periodo t

- **Io**= Inversión inicial
- **n**= Número de periodos
- **k**= Tasa de descuento

De esta manera podemos definir la aceptación o rechazo del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes criterios de evaluación.

- Si el VAN es < 0 , Se debe rechazar el Proyecto
- Si el VAN es $= 0$, El Proyecto es indiferente
- Si el VAN es > 0 , Se debe aceptar el Proyecto

Para Ecuador la tasa de descuento “k” aplicada para la evaluación de proyectos por lo general es de 12% esta tasa se utilizará en el cálculo del VAN, presentado en la siguiente tabla.

Tabla 113

Cálculo de Valor Actual Neto (VAN)

Años	Ingresos	Egresos	Flujo Neto	Factor (1+0.12) ^N	Valor Actual Acumulado (VA)
/	Inversion Inicial	\$ -1 052 190.51	\$-1 052 190.51	1	\$-1 052 190.51
1	\$319 604.27	\$ -14 382.71	\$305 221.56	1.12	\$ 272 519.25
2	\$319 604.27	\$ -14 382.71	\$305 221.56	1.25	\$ 515 840.01
3	\$319 604.27	\$ -14 382.71	\$305 221.56	1.40	\$ 733 090.69
4	\$319 604.27	\$ -14 382.71	\$305 221.56	1.57	\$ 927 064.51
5	\$357 671.34	\$ -14 382.71	\$343 288.63	1.76	\$ 1 121 855.70
6	\$357 671.34	\$ -14 382.71	\$343 288.63	1.97	\$ 1 295 776.40
7	\$357 671.34	\$ -14 382.71	\$343 288.63	2.21	\$ 1 451 062.74
8	\$357 671.34	\$ -14 382.71	\$343 288.63	2.48	\$ 1 589 711.26
9	\$357 671.34	\$ -14 382.71	\$343 288.63	2.77	\$ 1 713 504.58
10	\$396 295.10	\$ -14 382.71	\$381 912.39	3.11	\$ 1 836 470.15
11	\$396 295.10	\$ -14 382.71	\$381 912.39	3.48	\$ 1 946 260.84
12	\$396 295.10	\$ -14 382.71	\$381 912.39	3.90	\$ 2 044 288.24
13	\$396 295.10	\$ -14 382.71	\$381 912.39	4.36	\$ 2 131 812.70
14	\$396 295.10	\$ -14 382.71	\$381 912.39	4.89	\$ 2 209 959.54
15	\$412 340.27	\$ -14 382.71	\$397 957.56	5.47	\$ 2 282 664.90
16	\$412 340.27	\$ -14 382.71	\$397 957.56	6.13	\$ 2 347 580.40
17	\$412 340.27	\$ -14 382.71	\$397 957.56	6.87	\$ 2 405 540.66
18	\$412 340.27	\$ -14 382.71	\$397 957.56	7.69	\$ 2 457 290.90
19	\$412 340.27	\$ -14 382.71	\$397 957.56	8.61	\$ 2 503 496.47
20	\$412 865.53	\$ -174 402.00	\$238 463.53	9.65	\$ 2 528 217.21

Elaborado por: Los Autores

Se obtuvo como resultado del cálculo del valor actual neto para el proyecto de mejoramiento vial de la vía a San Luis de Aloguincho, el cual se ha resuelto que sea adoquinado un valor de \$ 1 759 594.26, este valor refleja que el proyecto es viable de acuerdo a los criterios de evaluación, debido a que se podrán cubrir los gastos de inversión.

12.7.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es un indicador financiero que mide el rendimiento de los fondos que se pretenden invertir en un proyecto. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial; en la cual se supone que el dinero que se gana año con año, se reinvierte en su totalidad.

Se determina por medio de tanteos (prueba y error) hasta que la tasa de interés haga igual la suma de los flujos descontados, a la inversión inicial. (UNAM,2014)

La fórmula que se utilizará será la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

- Ft= flujo de caja en el período t.
- t= número de períodos de tiempo.
- Io= Inversión Inicial

Este indicador presenta los criterios para decidir aceptar o rechazar un proyecto los mismo que se mencionan a continuación.

- TIR>k, Se acepta el proyecto.
- TIR= k, Queda a criterio del diseñador.

- TIR < k, Se rechaza el proyecto.

Donde:

- k = Tasa de descuento = 12%

Se procede a realizar el cálculo de este indicador:

Tabla 114

Cálculo del TIR

	TIR
Inversión	\$ -1 052 190.51
Valor actual acumulado	\$ 1 476 026.70
TIR	14.03%

Elaborado por: Los Autores

Conforme a los criterios de selección el TIR supera el valor de tasa de descuento lo que nos indica que la inversión de proyecto es aceptable.

12.7.4. Relación Beneficio- Costo (RBC)

Para realizar esta evaluación se compararán todos los costos ya sea de inversión, operación y mantenimiento, en la cual se establecen los valores presentes de los ingresos y egresos, después se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

$$\frac{B}{C} = \frac{VPi}{VPe}$$

Donde:

- Vpi: valor presente neto de los ingresos del proyecto o flujos de beneficios netos
- Vpe: valor presente neto de los egresos del proyecto o flujos de costos netos

Se determina mediante la siguiente regla:

- Si: **B/C > 0**; el proyecto debe aceptarse.

- Si: $B/C < 0$; el proyecto debe rechazarse

Este parámetro analiza la rentabilidad del proyecto en donde los ingresos deben ser superiores a los egresos para que sea favorable económicamente.

Tabla 115

Cálculo de Relación Beneficios-Costos

Años	Ingresos	Egresos	Factor (1+0.12) ⁿ	Valor Actual Ingresos	Valor Actual Egresos
/	Inversión Inicial	\$ -1 052 190.51	1		\$-1 052 190.51
1	\$319 604.27	\$ -14 382.71	1.12	\$285 360.96	-\$12 841.71
2	\$319 604.27	\$ -14 382.71	1.25	\$254 786.57	-\$11 465.81
3	\$319 604.27	\$ -14 382.71	1.40	\$227 488.01	-\$10 237.33
4	\$319 604.27	\$ -14 382.71	1.57	\$203 114.29	-\$9 140.47
5	\$357 671.34	\$ -14 382.71	1.76	\$202 952.32	-\$8 161.14
6	\$357 671.34	\$ -14 382.71	1.97	\$181 207.43	-\$7 286.73
7	\$357 671.34	\$ -14 382.71	2.21	\$161 792.35	-\$6 506.01
8	\$357 671.34	\$ -14 382.71	2.48	\$144 457.45	-\$5 808.94
9	\$357 671.34	\$ -14 382.71	2.77	\$128 979.87	-\$5 186.55
10	\$396 295.10	\$ -14 382.71	3.11	\$127 596.42	-\$4 630.85
11	\$396 295.10	\$ -14 382.71	3.48	\$113 925.37	-\$4 134.69
12	\$396 295.10	\$ -14 382.71	3.90	\$101 719.08	-\$3 691.68
13	\$396 295.10	\$ -14 382.71	4.36	\$90 820.61	-\$3 296.15
14	\$396 295.10	\$ -14 382.71	4.89	\$81 089.83	-\$2 942.99
15	\$412 340.27	\$ -14 382.71	5.47	\$75 333.03	-\$2 627.67
16	\$412 340.27	\$ -14 382.71	6.13	\$67 261.63	-\$2 346.13
17	\$412 340.27	\$ -14 382.71	6.87	\$60 055.03	-\$2 094.76
18	\$412 340.27	\$ -14 382.71	7.69	\$53 620.56	-\$1 870.32
19	\$412 340.27	\$ -14 382.71	8.61	\$47 875.50	-\$1 669.93
20	\$412 865.53	\$ -174 402.00	9.65	\$42 800.43	-\$18 079.69
VALOR ACTUAL NETO				\$ 1 476 026.70	-\$1 176 210.03
BENEFICIO/COSTO				1.3	

Elaborado por: Los Autores

Como se observa el proyecto supera la relación de beneficio costo lo que nos permite concluir que el proyecto es favorable de acuerdo a la evaluación económica realizada.

CONCLUSIONES

En base a los estudios topográficos realizados en el área de implantación de la vía se, hemos podido clasificar al terreno en base a su relieve como un terreno montañoso cateterizado por ser un terreno difícil para la construcción de vías.

Con la realización del conteo vehicular, apoyados en la normativa de diseño geométrico de carreteras del año 2003 hemos podido clasificar a la vía como un camino vecinal tipo IV con un TPDA (Tráfico promedio diario anual) de 174.

Todas las características geométricas que intervienen dentro la vía como son el ancho de vía, el ancho del espaldón, las pendientes mínimas y máximas, las curvas horizontales y verticales, entre otras se las ha hecho respetando lo expuesto en el manual de diseño geométrico de carreteras del año 2003.

Ya que no existe de manera explícita dentro de la normativa MOP 001 – F del año 2002, las situaciones en las cuales utilizar un mejoramiento, nos hemos dirigido hacia bibliografía referencial cual nos indicó que en casos en los que el suelo de sub rasante posea un CBR menor al 6% será necesario utilizar mejoramiento. Ya que el CBR de diseño nos arrojó un valor de 8.02% se descartó la utilización de suelo para mejoramiento.

Bajo el sistema de diseño expuesto por el comité AASHTO del 93 para pavimentos articulados hemos obtenido que nuestra estructura de pavimento está conformada por 8.00 cm de adoquinado, 4.00 cm de cama de arena y 40.00 cm de Sub- Rasante tipo III.

El buen funcionamiento del drenaje permitirá que la durabilidad de la vía continúe a lo largo del tiempo de servicio estimado, por lo que se las obras de drenaje como cunetas cumplen con los criterios de diseño y velocidad admisibles, la forma de las cuneta es de tipo triangular y tenemos dos diseños los cuales se ubicaran a los extremos la vía, en el lado donde recibe el caudal de precipitación aportante de taludes, montaña y vía tiene 1.00 m de ancho por 0.30 m

de alto, y la cuneta que recibe solo caudal de la superficie de la vía tiene un diseño mínimo de 0.30 m de ancho por 0.20 m de alto.

Las obras de drenaje transversales cuentan con 4 alcantarillas con diámetro de 500 mm y 1 alcantarilla con diámetro de 600 mm, estas obras también cumplen con velocidades máximas y mínimas, para su correcto funcionamiento y así permitir que la escorrentía superficial de la vía, taludes y montaña sea evacuada y no cause daños a la estructura del pavimento

El estudio de impacto ambiental nos indica que el proyecto generara impactos ambientales temporales durante la ejecución del proyecto, los mismos que pueden ser mitigados, además señala que existirán impactos positivos para las comunidades que se verán beneficiadas con esta propuesta.

La viabilidad económica se realiza para la propuesta de adoquinado debido a que por su flujo vehicular y tipo de vía no requiere de un diseño de pavimento flexible.

Los indicadores económicos como son VAN, TIR y Relación Costo/Beneficio nos proporcionan resultados positivos para este proyecto, lo que nos señala que la inversión que se realice, será cubierta por los ingresos planeados para 20 años que generara el proyecto y por lo tanto la ejecución de esta propuesta es económicamente viable.

RECOMENDACIONES

Previo a la realización de la obra será importante que el encargado de llevar a cabo este proyecto, empate las dos tesis realizadas y conforme un solo proyecto en base a los resultados obtenidos por ambos grupos.

Recomendamos a futuros proyectistas verificar la normativa de diseño geométrico de manera profunda, ya que existen casos como el del presente proyecto, el cual se encuentra sobre un terreno montañoso (Terreno difícil y complicado por sus pendientes) en los que la normativa nos permite tomarnos ciertas libertades al momento de diseñar con la finalidad de evitar elevados costos de construcción y que el proyecto sea inviable.

Se recomienda mantener opciones al momento de seleccionar del tipo de capa de rodadura, ya que seleccionar un pavimento flexible, semi flexible o rígido sin una sustentación técnica única por cada tipo de proyecto, conlleva a generar procesos automáticos a limitar el alcance de la ingeniería.

Debe existir un mantenimiento preventivo en las obras de drenaje para asegurar que la vida útil de la obra se mantenga.

Recomendamos verificar el cronograma y adaptarlo según las fechas elegidas para su construcción, de manera que los tiempos propuestos sean cumplidos y no se incurra en aumento en los precios.

Se recomienda ejecutar el proyecto en una etapa de verano, la misma que se presenta en los meses de junio a septiembre.

Como se expuso en el capítulo referente al diseño de pavimentos, la selección del agregado grueso para sub- base quedara bajo el criterio de los contratistas y fiscalizador encargados de la obra, sin embargo, cabe recalcar que el material de la mina Pucara es utilizado como sub base en obras dentro del GAD de la parroquia de San José de Minas, lo que expresa que dicho material es apto para ser utilizado en estructuras viales.

La realización de charlas de concientización y de información de la obra dentro de la comunidad será un indicador del apoyo que esta tiene sobre la realización de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaluisa. J., Sanmartín F. (2016). *Rediseño de la vía Puéllaro- Aloguincho, catón Quito, Provincia de Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8037>.
- American Association of State and Transportation Highway Officials (1997). *Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos*. (IDPP; 1° ed.). Instituto para el desarrollo de los pavimentos del Perú. (Original work published 1993).
- ARCGEEK. (s.f de s.f de 2021). ARCGEEK. <https://acolita.com/el-datum-y-laproyeccion/>.
- Aucanshala. C, Carvajal. B., Valverde. M., *Diseño definitivo de la vía de borde del camino de los Incas ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquias Quitumbe y Turubamba*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11365>
- AVILA, A. (1994). *MECANICA DE SUELOS*. QUITO: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
- Bahamondes, Rodrigo, Echaveguren, Tomás, & Vargas-Tejeda, Sergio. (2013). Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. *Revista de la construcción*, 12(3), 17-26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000300002>
- Callata. A., (2017). *Mejoramiento y construcción de la Infraestructura vial urbana de la urbanización nuestra señora del Carmen y el barrio Miraflores de las Ciudad de Ilave, provincia de el Collao – Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Archivo digital. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5513>.

- Casanova. L. (2002). *TOPOGRAFÍA PLANA*. Universidad de los Andes Facultad de Ingeniería. http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia_plana/pdf/topografia.pdf.
- Constructores, H. C. (31 de agosto de 2004). TRIPOD. http://geotec_suelos_2.pe.tripod.com
- Córdova. H. (2018). *Diseño definitivo de la vía camino real y la lindera, II etapa ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón salcedo parroquia San Antonio José Holguín*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16140/1/UPS%20-%20ST003794.pdf>
- DAS, B. M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica. En B. M. DAS, *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (págs. 334-379). D.F Mexico: CENGAGE.
- GAD de la parroquia de Atahualpa. (2019)., *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial 2019- 2023*. <https://atahualpahabaspamba.gob.ec/pichincha/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial/>.
- GAD parroquial Puéllaro (2019), *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023*. <https://Puéllaro.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2020/07/PDOT-PUÉLLARO-RECTIFICADO-18-DIC-2020>.
- Galindo. E, (2015). *ESTADÍSTICA MÉTODOS Y APLICACIONES*. Editorial Damore Educational Publications.
- INAMHI (2019) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, *Estudio de Intensidades V Final*. https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDAD_ES_V_FINAL.pdf
- Keller. G.,Sherar. J. (2004). *Ingeniería de caminos Rurales*. Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/Libro/lb4.pdf>

- Lozada. J. (2018). *Diseño y comparación técnico económica entre pavimentos flexibles (asfáltico) y pavimentos semiflexibles (adoquinado) para la urbanización los pinos ubicados en la parroquia Cutuglahua cantón mejía provincia Pichincha*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15224/1/UPS%20-%20ST003425.pdf>.
- Manotoa. A., (2016). *Estudio de la correlación entre los ensayos (DCP) penetrómetro dinámico de cono y (CBR) Relación de soporte de California en los diferentes tipos de suelos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23638>
- Mariño. M. (2021). *Manual de prácticas de topografía básica y aplicada de la Universidad Politécnica Salesiana*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19883/1/UPS%20-%20TTS284.pdf>.
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (febrero, 2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf.
- Ministerio de Obras públicas. (2003). *Norma para el diseño Geométrico de carreteras*.
https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura, Nicaragua., (2008). *Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos*. Obtenido de:
<https://www.udocz.com/apuntes/258156/manual-para-revision-de-costos-y-presupuestos-de-obras-viales>.

Montalvo. M. (S.F). *DISEÑO DE PAVIMENTOS HIDRÁULICOS Y ASFÁLTICOS*. [Tesis de Maestría Universidad Ricardo Palma]. Archivo digital.

https://www.academia.edu/28680374/DISE%C3%91O_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS_HIDRAULICOS_Y_ASFALTICOS

MOP- 001- F 2002. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf.

NEC- SE- DS. (2014). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. *Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

NTE INEN 2656:2012. (2012). Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR.

https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2656.pdf.

Pilatuña. C, Carvajal. B, Valverde. M. (2015). *DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA DE BORDE DL CAMINO DE LOS INCAS; UBICADA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN QUITO, PARROQUIAS QUITUMBE Y TURUBAMBA.*

[Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11365/6/UPS%20-%20ST002089.pdf>.

Rivadeneira. V., (2015). *Propuesta de un plan estratégico para el gobierno autónomo descentralizado Parroquia de Atahualpa*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8613>.

RTE INEN 004-2:2011. (2011)., Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.,

SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

[content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf.](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015_reglamento_tecnico_se+%C2%A6alizaci+%C2%A6n_horizontal.pdf)

RTE INEN 004-1:2011. (2011)., Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.,

SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

[https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf)

[content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf.](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-004-1-2011.pdf)

Sánchez-Leal, F. J. (s.f de s.f de 2016). *Geotechtips MEXICO*. Obtenido de

<https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>

Salgado. A., (1989)., *Caminos en del Ecuador*, Editorial Universitaria, 1989.

Sarabia, T. D., (2019). *Diseño Definitivo del Camino Vecinal Boca Sucio - Las Delicias - San*

Salvador. Quito: UPS. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].

Archivo digital.[https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16879/1/UPS-ST003906.pdf.](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16879/1/UPS-ST003906.pdf)

ANEXOS

Anexo 1: Monografía del punto de control geodésico

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
Monografía de Punto de Control Geodésico



Entidad Ejecutora:		Registro en el IGM: 2248					
Proyecto: DISTRITO METROPOLITANO DE		Nombre del Punto: PV-7					
		Código del Punto: 1701530001					
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO							
Pais: ECUADOR	Provincia: PICHINCHA	Cantón: QUITO	Parroquia: ATAHUALPA (HABASPAMBA)				
		Sitio: EL MOYAL					
CONTROL HORIZONTAL							
Datum Horizontal: ITRF 2000		Epoca de referencia: 2002.80					
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:					
Latitud (° ' ") : N 00 07 34.5148	Zona: 17 N	Orden: TERCERO					
Longitud (° ' ") : W 078 20 17.0876	Norte (m): 10013970.049			Fecha de determinación: 12-01-2005			
Altura Elipsoidal (m): 2689.552	Este (m): 796311.681						
CONTROL VERTICAL:							
Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR		Mareógrafo: LA LIBERTAD					
Línea Nivelación:	Código de la Línea:	Fecha de determinación: 12-01-2005	Coordenadas UTM Aprox.:				
Elevación (m): 2661.7740	Tipo Nivelación: TRIGONOMETRICA	Orden: CUARTO	Zona:				
		Norte (m):	Este (m):				
GRAVIMETRÍA:							
Datum Gravimétrico:	Valor de Gravedad (mGal):	Orden:	Fecha de determinación:				
CROQUIS		FOTOGRAFÍA PANORÁMICA					
		<table border="1"> <tr> <td>UBICACIÓN</td> <td>PLACA</td> </tr> <tr> <td>En curva cerrada de camino en el sitio El Moyal.</td> <td></td> </tr> </table>		UBICACIÓN	PLACA	En curva cerrada de camino en el sitio El Moyal.	
UBICACIÓN	PLACA						
En curva cerrada de camino en el sitio El Moyal.							
ACCESIBILIDAD		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA					
<p>Partiendo desde el parque de la parroquia Perucho, por la vía que conduce a San José de Minas, con un recorrido de 6.7 Km., para luego tomar a mano derecha por la vía a la parroquia Atahualpa, con una distancia de 6.5 Km. llegamos hasta el parque de esta parroquia, desde aquí continuamos por el mismo camino, recorremos 4.5 Km. hasta una "Y" de caminos, tomamos a mano derecha recorremos 0.9 Km., luego llegamos a otra "Y" donde tomamos a mano derecha por el camino que conduce al sitio El Moyal, con una distancia de 2.4 Km. hasta llegar a una curva cerrada del camino donde se encuentra el PV, a mano derecha de la vía.</p>		<p>INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO D.M.Q - PV-7 - I-2005 - ECUADOR.</p>					
		MATERIALIZACION	ESTADO				
		Mojón de concreto tipo IGM B, tiene una placa en el centro. Dimensiones: Base Superior 0.25 x 0.25 m. Base inferior 0.30 x 0.30 m. Alto 0.20 m.	BUENO				
			Fecha de Última Visita: 12-01-2005				
OBSERVACIONES							
Las coordenadas SIRGAS 95 de la RENAGE, se garantiza su consistencia hasta el 15 de abril de 2016 (Coordenadas Pre-Sísmicas), el uso de esta información será de responsabilidad exclusiva del Usuario. Coordenadas TM para Quito: NORTE: 10013966.9134 , ESTE: 518033.1079							
Elaborado por:		Ingresado:	Supervisado:				

Anexo 2: BMs de proyecto.

NOMBRE: BASE	LOCALIDAD: ATAHUALPA	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: CILINDRO DE HORMIGÓN	
NORTE (Y) WGS-84:	10013970.049 m	ALTURA	2662.338 m
ESTE (X) WGS-84:	796311.681 m	ZONA UTM:	17 N
DESCRIPCION DE LA			

La Base se encuentra ubicada en la zona el MORAL entre una intersección de carreteras

FOTOGRAFÍ



NOMBRE:	LOCALIDAD:	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:	
P-1	ATAHUALPA	ADOQUIN DE CONCRETO	
NORTE (Y) WGS-84:	10014466.896 m	ALTURA	2528.380 m
ESTE (X) WGS-84:	794408.398 m	ZONA UTM:	17 N
DESCRIPCION DE LA UBICACIÓN:			
El Punto P-1 se encuentra a no menos de 100m del final de la apertura de vía, fin del proyecto.			
FOTOGRAFÍA			



NOMBRE:	LOCALIDAD:	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:	
P-1	ATAHUALPA	ADOQUIN DE CONCRETO	
NORTE (Y) WGS-84:	10014466.896 m	ALTURA	2528.380 m
ESTE (X) WGS-84:	794408.398 m	ZONA UTM:	17 N
DESCRIPCION DE LA UBICACIÓN:			
El Punto P-1 se encuentra a no menos de 100m del final de la apertura de vía, fin del proyecto.			

FOTOGRAFÍA



NOMBRE: P-2	LOCALIDAD: ATAHUALPA	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: ADOQUIN DE CONCRETO	
NORTE (Y) WGS-84:	10014620.610 m	ALTURA	2515.129 m
ESTE (X) WGS-84:	794371.929 m	ZONA UTM:	17 N

DESCRIPCION DE LA UBICACIÓN:

El Punto P-2, localizado en una pendiente a 150 m del fin la vía.

FOTOGRAFÍA



NOMBRE: P-3	LOCALIDAD: ATAHUALPA	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: ADOQUIN DE CONCRETO	
NORTE (Y) WGS-84:	10015129.317 m	ALTURA	2437.552 m
ESTE (X) WGS-84:	794069.200 m	ZONA UTM:	17 N

DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN:

El Punto P-3 se encuentra ubicado en una colina a 150 m de distancia del inicio de la vía.

FOTOGRAFÍA



NOMBRE: P-4	LOCALIDAD: ATAHUALPA	CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: ESTRUCTURA DE CONCRETO	
NORTE (Y) WGS-84:	10015173.355 m	ALTURA	2435.981 m
ESTE (X) WGS-84:	794089.372 m	ZONA UTM:	17 N

DESCRIPCION DE LA UBICACIÓN:

El Punto P-4, se encuentra ubicado sobre una toma de agua a 50m del inicio de la vía.

FOTOGRAFÍA



Anexo 3: Datos procesados SOKIA Straus L1.

Spectrum® Survey 4.22

POINT LIST

 Project: C:\Users\Public\Documents\Spectrum Projects\ATAHUALPA.spr
 Coordinate System: UTM [Universal Transverse ...] Datum: WGS84
 Geoid Model: GEOID1 Units: Meters
 Time Format: UTC

POINTS Process Date Source Control

BASE 2021/12/03 19:36:56.18 User input GHV
 WGS84 (meters) WGS84 (meters) UTM (meters)
 X: 1289794.454 Lat: N 0 07 34.51481 E: 796311.681
 Y: -6249094.445 Lon: W 78 20 17.08760 N: 10013970.049
 Z: 13966.373 Hgt: 2689.552 Hgt: 2689.552
 Orth: 2662.338 Orth: 2662.338
 Conv: 0 00 21.13192
 Grid Scale: 1.00068705

PUNTO 1 2021/12/03 19:38:50.19 Vector (L1 Float)
 WGS84 (meters) WGS84 (meters) UTM (meters)
 X: 1287903.663 Lat: N 0 07 50.68623 E: 794408.398
 Y: -6249346.450 Lon: W 78 21 18.59518 N: 10014466.896
 Z: 14462.983 Hgt: 2555.555 Hgt: 2555.555
 Orth: 2528.380 Orth: 2528.380
 Conv: 0 00 21.74312
 Grid Scale: 1.00067313

PUNTO 2 2021/12/03 19:38:53.01 Vector (L1 Float)
 WGS84 (meters) WGS84 (meters) UTM (meters)
 X: 1287865.224 Lat: N 0 07 55.68751 E: 794371.929
 Y: -6249340.484 Lon: W 78 21 19.77327 N: 10014620.610
 Z: 14616.629 Hgt: 2542.306 Hgt: 2542.306
 Orth: 2515.129 Orth: 2515.129
 Conv: 0 00 21.97143
 Grid Scale: 1.00067287

PUNTO 3 2021/12/03 19:38:55.82 Vector (L1 Fixed)
 WGS84 (meters) WGS84 (meters) UTM (meters)
 X: 1287552.965 Lat: N 0 08 12.23960 E: 794069.200
 Y: -6249324.405 Lon: W 78 21 29.55497 N: 10015129.317
 Z: 15125.045 Hgt: 2464.732 Hgt: 2464.732
 Orth: 2437.552 Orth: 2437.552
 Conv: 0 00 22.71256
 Grid Scale: 1.00067066

PUNTO 4 2021/12/03 19:38:58.82 Vector (L1 Float)
 WGS84 (meters) WGS84 (meters) UTM (meters)
 X: 1287572.383 Lat: N 0 08 13.67233 E: 794089.372
 Y: -6249318.694 Lon: W 78 21 28.90293 N: 10015173.355
 Z: 15169.064 Hgt: 2463.162 Hgt: 2463.162
 Orth: 2435.981 Orth: 2435.981
 Conv: 0 00 22.78023

Grid Scale: 1.0006708

Anexos 4: Certificado de Calibración de la Estación total

Leica Geosystems

Certificado de Calibración **Bronze**

Certificado de Calibración Bronze con valores de medición, emitido por un Servicio Técnico Autorizado

Producto:	TCR 405power	N° de Certificado:	849832-03082021
N° Artículo:	754169	Fecha de inspección:	03 Agosto 2021
N° de Serie:	849832	N° de Orden:	849832
N° de Equipo:	849832	N° de Pedido:	849832
Emitido por:	Servicio Técnico Ecuador	Solicitado por:	Sr. Geovanny Perez Ecuador
Estado:	Tras la inspección	Cliente:	Sr. Geovanny Perez Ecuador

Conformidad

El Certificado de Calibración Bronze con valores de medición, emitido por un Servicio Técnico Autorizado, corresponde con el Certificado de Inspección del Fabricante, de acuerdo con la DIN 55 350 Part 18-4.2.

Certificado

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado de acuerdo con los procedimientos del Servicio Técnico de Leica Geosystems, obteniendo los siguientes resultados:

- Conforme** Los resultados del test cumplen con las especificaciones del producto.
 No conforme Los resultados del test no cumplen con las especificaciones del producto.

El equipo utilizado para el test tiene trazabilidad con los estándares nacionales o con procedimientos reconocidos. Así lo establece nuestro Sistema de Calidad, auditado y certificado ISO 9001.



N° de Certificado 849832-03082021
N° Art. 754169

Este Certificado no puede ser reproducido parcialmente ni en su totalidad.

03 Agosto 2021


Lazaro Ernesto Guilarte Perez
Tecnico Vietic Cia Ltda.
QUITO - ECUADOR

VIE TIC
CIA. LTDA.
Soluciones para Medición
+593 2 2529130
+593 99 331 4477
+593 99 481 1979

Leica Geosystems AG
Heinrich-Wild-Str.
9435 Heerbrugg



Resultados del Test

a) Medición de distancia (prisma)

Distancia de referencia:	13.9635 m
Distancia medida (media de 5 mediciones/Desviación estándar 0.08 mm):	13.9637 m
Diferencia:	0.25 mm
Temperatura:	18.0°C

b) Medición de distancia (sin prisma)

Distancia de referencia:	13.9580 m
Distancia medida (media de 5 mediciones/Desviación estándar 0.07 mm):	13.9591 m
Diferencia:	1.22 mm
Temperatura:	18.0°C

c) Medición de ángulo

Ángulo Hz: Desviación estándar del ángulo horizontal, entre 2 puntos, observados en ambas caras, calculados desde 2 series de 3 mediciones cada una:	1.67"
Ángulo V: Desviación estándar del ángulo vertical, entre 2 puntos, observados en ambas caras, calculados desde 2 series de 3 mediciones cada una:	1.34"

Equipo Patrón

Medición de distancia
TS30 0.5"

Nº de Serie: 363298

Medición de ángulo
T4

Nº de Serie: 001

Comentarios adicionales



Nº de Certificado 849832-03082021
Nº Art.754169
Este Certificado no puede ser reproducido parclalmente ni en su totalidad.

Leica Geosystems AG
Heinrich Wild-Str.
9415 Heerbrugg

Anexos 5: Puntos levantamiento topográfico.

1	10015173.36	794089.372	2435.981	P1
2	10015128.59	794068.867	2439.633	1
3	10015154.05	794080.245	2436.576	2
4	10015155.02	794078.028	2436.348	3
5	10015155.85	794075.655	2436.227	4
6	10015154.25	794080.323	2436.614	5
7	10015177.53	794091.096	2435.964	6
8	10015180.03	794097.869	2436.572	7
9	10015176.98	794099.055	2436.619	8
10	10015174.8	794093.614	2436.151	9
11	10015128.59	794068.861	2439.631	10
12	10015166.35	794087.075	2435.785	11
13	10015169.03	794085.621	2435.419	12
14	10015154.38	794073.959	2435.829	13
15	10015169.34	794085.781	2434.989	14
16	10015150.41	794071.085	2434.932	15
17	10015170.64	794081.853	2435.113	16
18	10015157.41	794071.649	2435.571	17
19	10015174.79	794081.239	2434.876	18

20	10015164.89	794077.156	2435.426	19
21	10015173.16	794087.476	2435.326	20
22	10015183.23	794082.658	2434.343	21
23	10015183.49	794085.298	2434.621	22
24	10015183.79	794088.12	2434.71	23
25	10015207.49	794076.341	2432.195	24
26	10015206.82	794074.335	2432.005	25
27	10015208.12	794078.374	2432.243	26
28	10015216.88	794070.454	2431.649	27
29	10015217.61	794072.284	2431.823	28
30	10015218.24	794073.615	2431.804	29
31	10015225.01	794067.94	2431.392	30
32	10015226.28	794070.539	2431.309	31
33	10015243.81	794059.148	2429.515	32
34	10015244.8	794061.572	2429.316	33
35	10015273.83	794046.436	2426.154	34
36	10015274.76	794048.128	2426.125	35
37	10015287.35	794041.541	2425.563	36
38	10015294.73	794037.858	2425.468	37
39	10015289.1	794039.084	2425.47	38

40	10015294.73	794037.858	2425.468	37
41	10015289.1	794039.085	2425.613	39
42	10015304.86	794037.177	2425.491	40
43	10015304.67	794038.813	2425.572	41
44	10015304.41	794040.685	2425.452	42
45	10015240.78	794057.36	2429.822	43
46	10015252.09	794052.541	2428.252	44
47	10015264.62	794047.588	2426.836	45
48	10015272.35	794044.065	2426.085	46
49	10015311.65	794038.115	2425.717	47
50	10015311.05	794039.923	2425.739	48
51	10015310.58	794041.552	2425.71	49
52	10015321.32	794042.063	2426.288	50
53	10015320.31	794043.678	2426.336	51
54	10015324.62	794044.631	2426.605	52
55	10015324.62	794044.631	2426.605	52
56	10015334.7	794056.288	2427.372	53
57	10015327.41	794039.406	2426.299	54
58	10015305.85	794027.307	2423.584	55
59	10015316.17	794044.419	2427.654	56

60	10015310.22	794042.094	2426.998	57
61	10015321.75	794047.046	2427.916	58
62	10015328.04	794054.916	2428.291	59
63	10015334.7	794056.288	2427.372	53
64	10015326.75	794051.098	2426.961	60
65	10015330.49	794056.231	2427.825	61
66	10015324.59	794058.233	2428.643	62
67	10015327.33	794062.783	2428.197	63
68	10015311.97	794065.961	2430.536	64
69	10015314.72	794070.3	2430.443	65
70	10015313	794067.154	2430.5	66
71	10015332.06	794061.506	2427.245	67
72	10015338.95	794058.468	2426.892	68
73	10015336.48	794063.15	2426.534	69
74	10015344.17	794065.356	2426.064	70
75	10015340.37	794068.107	2425.987	71
76	10015354.14	794081.033	2425.037	72
77	10015350.68	794083.534	2424.967	73
78	10015354.89	794080.357	2425.251	74
79	10015337.34	794051.419	2427.198	75

80	10015129.32	794069.2	2437.552	P2A
81	10015174.09	794089.709	2434.002	76
82	10015174.09	794089.707	2434.003	77
83	10015218.06	794076.639	2431.964	78
84	10015182.43	794090.272	2434.879	79
85	10015139.83	794075.318	2438.502	80
86	10015125.07	794077.171	2440.479	81
87	10015100.64	794046.864	2442.098	82
88	10015118.33	794062.131	2437.499	83
89	10015119.17	794060.692	2437.666	84
90	10015120.6	794058.83	2436.89	85
91	10015131.06	794064.996	2436.742	86
92	10015130.15	794067.127	2437.046	87
93	10015107.56	794052.694	2438.304	88
94	10015108.93	794050.818	2438.292	89
95	10015110.4	794049.359	2438.106	90
96	10015090.16	794027.544	2440.459	91
97	10015059.85	793975.696	2448.59	92
98	10015018.67	793927.793	2453.389	93
99	10015059.85	793975.696	2448.59	92

100	10015029.61	793939.542	2451.169	94
101	10015028.23	793940.407	2451.242	95
102	10015026.74	793941.586	2451.169	96
103	10015108.78	794052.723	2438.277	97
104	10015099.86	794038.106	2439.351	98
105	10015098.86	794039.148	2439.313	99
106	10015040.37	793954.438	2449.866	100
107	10015039.26	793955.523	2449.928	101
108	10015037.8	793956.907	2450.043	102
109	10015078.97	794008.206	2443.074	103
110	10015077.75	794009.068	2443.013	104
111	10015080.16	794007.084	2443.133	105
112	10015067.79	793989.786	2446.287	106
113	10015066.61	793990.585	2446.279	107
114	10015069.08	793988.932	2446.394	108
115	10015057.2	793977.703	2448.352	109
116	10015055.05	793979.873	2453.672	110
117	10015047.83	793975.255	2455.783	111
118	10015061.19	793987.526	2452.262	112
119	10015018.67	793927.793	2453.389	93

120	10015002.84	793924.855	2455.487	113
121	10015002.52	793923.712	2455.452	114
122	10015007.15	793923.648	2454.826	115
123	10015016.18	793932.883	2453.082	116
124	10015006.97	793929.786	2454.826	117
125	10015016.7	793930.611	2453.117	118
126	10015006.85	793926.929	2454.826	119
127	10015002.84	793924.855	2455.487	113
128	10015007.26	793922.041	2456.841	120
129	10015014.52	793924.883	2456.825	121
130	10015009.62	793916.405	2456.522	122
131	10014991.78	793930.164	2457.21	123
132	10014992.38	793931.815	2457.212	124
133	10014993.47	793933.484	2457.243	125
134	10014971.03	793939.372	2460.804	126
135	10014971.42	793940.872	2460.821	127
136	10014972.14	793942.655	2461.006	128
137	10014941.37	793955.992	2467.047	129
138	10014941.37	793955.992	2467.047	129
139	10015002.87	793924.838	2455.469	130

140	10014944.71	793960.145	2466.779	131
141	10014934.03	793968.501	2467.385	132
142	10014936.42	793969.68	2467.33	133
143	10014938	793970.318	2467.172	134
144	10014931.25	793987.604	2468.009	135
145	10014932.22	793988.05	2468.079	136
146	10014933.5	793988.366	2468.032	137
147	10014924.74	794005.501	2468.832	138
148	10014925.77	794005.942	2468.874	139
149	10014926.85	794006.445	2468.865	140
150	10014911.82	794028.362	2471.491	141
151	10014913.61	794028.997	2471.399	142
152	10014914.82	794029.742	2471.342	143
153	10014868.25	794067.12	2471.868	144
154	10014868.23	794067.146	2471.871	145
155	10014866.94	794069.186	2471.927	146
156	10014866.23	794071.168	2471.792	147
157	10014872.17	794069.127	2471.037	148
158	10014871.22	794071.085	2471.202	149
159	10014870.35	794072.77	2471.249	150

160	10014879.09	794070.597	2470.325	151
161	10014878.31	794073.056	2470.306	152
162	10014877.15	794075.581	2470.414	153
163	10014849.06	794057.96	2475.428	154
164	10014847.67	794059.839	2475.547	155
165	10014846.75	794061.39	2475.647	156
166	10014836.1	794052.81	2476.779	157
167	10014834.05	794055.357	2476.91	158
168	10014831.22	794057.531	2476.931	159
169	10014823.51	794040.565	2479.959	160
170	10014821.34	794041.975	2479.838	161
171	10014819.54	794043.002	2479.993	162
172	10014810.7	794028.989	2482.465	163
173	10014808.88	794030.164	2482.566	164
174	10014806.84	794032.344	2482.725	165
175	10014811.85	794042.015	2488.553	166
176	10014819.11	794046.556	2483.339	167
177	10014803.61	794021.39	2484.325	168
178	10014797.59	794024.138	2484.106	169
179	10014803.61	794021.39	2484.325	168

180	10014900.96	794055.702	2471.263	170
181	10014903.22	794056.505	2471.253	171
182	10014905.47	794057.953	2471.192	172
183	10014891.67	794067.225	2469.699	173
184	10014893.67	794068.879	2469.746	174
185	10014895.03	794070.35	2469.71	175
186	10014797.59	794024.138	2484.106	169
187	10014842.45	794058.574	2475.982	176
188	10014841.98	794060.999	2476.093	177
189	10014799.05	794029.522	2483.936	178
190	10014795.56	794029.909	2484.105	179
191	10014790.97	794030.159	2484.436	180
192	10014792.08	794031.295	2484.368	181
193	10014786.06	794038.802	2484.298	182
194	10014787.28	794039.694	2484.303	183
195	10014788.91	794040.657	2484.23	184
196	10014798.96	794034.486	2489.371	185
197	10014848.54	794068.711	2479.922	186
198	10014924.59	794036.019	2486.967	187
199	10015014.52	793905.634	2451.694	188

200	10014906.28	794028.241	2469.089	189
201	10014785.68	794039.555	2484.279	190
202	10014785.68	794039.555	2484.279	190
203	10014781.34	794048.886	2483.807	191
204	10014783.08	794049.665	2483.815	192
205	10014784.61	794050.573	2483.743	193
206	10014784.64	794050.501	2483.736	194
207	10014775.31	794064.58	2483.833	195
208	10014769.66	794090.135	2486.122	196
209	10014777.42	794065.079	2483.812	197
210	10014771.45	794089.943	2486.075	198
211	10014779.03	794065.691	2483.909	199
212	10014769.64	794097.517	2487.245	200
213	10014769.64	794097.517	2487.245	200
214	10014776.52	794105.234	2492.831	201
215	10014774.8	794098.094	2490.8	202
216	10014779.6	794074.633	2489.217	203
217	10014777.92	794144.585	2490.982	204
218	10014777.92	794144.585	2490.982	204
219	10014773.26	794189.402	2493.346	205

220	10014774.86	794144.917	2491.049	206
221	10014779.22	794157.722	2491.639	207
222	10014777.74	794157.522	2491.31	208
223	10014775.9	794157.769	2491.397	209
224	10014779.14	794168.583	2491.634	210
225	10014777.67	794168.302	2491.698	211
226	10014775.34	794168.332	2491.738	212
227	10014773.26	794189.402	2493.346	205
228	10014731.54	794223.987	2500.771	213
229	10014774.93	794182.239	2492.562	214
230	10014772.73	794181.277	2492.495	215
231	10014777.24	794183.254	2492.481	216
232	10014769.62	794187.195	2493.189	217
233	10014776.38	794188.702	2495.171	218
234	10014782.13	794184.793	2497.041	219
235	10014780.66	794178.752	2496.244	220
236	10014731.54	794223.987	2500.771	213
237	10014685.81	794251.446	2509.039	221
238	10014750.03	794209.751	2498.967	222
239	10014748.75	794208.19	2498.913	223

240	10014750.68	794210.914	2499.008	224
241	10014721.1	794231.479	2502.466	225
242	10014720.09	794229.623	2502.306	226
243	10014729.12	794220.274	2500.438	227
244	10014685.81	794251.446	2509.039	221
245	10014695.16	794246.669	2508.454	228
246	10014696.09	794247.833	2508.457	229
247	10014694.15	794245.153	2508.365	230
248	10014687.27	794253.947	2509.091	231
249	10014678.73	794256.452	2509.064	232
250	10014679.74	794257.871	2509.197	233
251	10014680.57	794259.107	2509.284	234
252	10014671.84	794271.017	2510.248	235
253	10014674.86	794249.115	2503.263	236
254	10014688.18	794242.039	2505.431	237
255	10014671.84	794271.017	2510.248	235
256	10014535.24	794442.823	2523.437	238
257	10014534.66	794446.214	2523.256	239
258	10014534.21	794448.018	2523.309	240
259	10014673.11	794266.527	2509.943	241

260	10014674.6	794267.026	2509.964	242
261	10014671.69	794265.154	2509.884	243
262	10014669.27	794269.417	2510.028	244
263	10014525.53	794445.31	2523.19	245
264	10014525.61	794447.607	2523.275	246
265	10014525.43	794448.689	2523.252	247
266	10014660.8	794292.117	2509.206	248
267	10014658.91	794290.915	2509.061	249
268	10014662.01	794292.556	2509.223	250
269	10014514.37	794444.901	2522.782	251
270	10014513.51	794446.464	2522.779	252
271	10014512.88	794447.815	2522.79	253
272	10014654.24	794304.881	2508.742	254
273	10014652.2	794304.127	2508.68	255
274	10014655.6	794306.224	2508.77	256
275	10014502.49	794440.598	2522.737	257
276	10014501.36	794442.145	2522.753	258
277	10014500.54	794443.241	2522.778	259
278	10014643.07	794318.733	2510.081	260
279	10014641.77	794317.59	2510.011	261

280	10014644.53	794319.656	2510.096	262
281	10014492.15	794434.046	2523.535	263
282	10014490.58	794435.562	2523.754	264
283	10014489.99	794436.539	2523.859	265
284	10014633.42	794331.894	2512.092	266
285	10014631.18	794331.382	2512.099	267
286	10014634.08	794333.091	2512.219	268
287	10014484.33	794428.188	2525.252	269
288	10014482.87	794429.856	2525.335	270
289	10014481.84	794431.245	2525.325	271
290	10014474.45	794419.372	2527.586	272
291	10014472.59	794421.803	2527.533	273
292	10014471.53	794424.76	2527.716	274
293	10014470.63	794415.322	2528.321	275
294	10014461.37	794415.697	2528.665	276
295	10014461.59	794418.156	2528.901	277
296	10014461.08	794420.182	2529.37	278
297	10014450.55	794418.755	2529.269	279
298	10014451.28	794420.503	2529.375	280
299	10014451.62	794422.809	2529.501	281

300	10014439.64	794426.253	2530.08	282
301	10014420.75	794434.037	2532.676	283
302	10014629.92	794334.353	2512.239	284
303	10014629.92	794334.353	2512.239	284
304	10014631.32	794348.792	2511.42	285
305	10014629.99	794347.979	2511.409	286
306	10014628.32	794347.455	2511.407	287
307	10014420.75	794434.037	2532.676	283
308	10014435.37	794428.642	2530.33	288
309	10014436.09	794430.721	2530.545	289
310	10014436.6	794432.146	2530.588	290
311	10014422.42	794425.012	2527.435	291
312	10014434.53	794423.478	2527.6	292
313	10014397.31	794435.452	2524.604	293
314	10014327.32	794448.523	2543.573	294
315	10014421.64	794438.422	2532.443	295
316	10014338.59	794446.77	2542.48	296
317	10014339.05	794450.37	2542.572	297
318	10014339.49	794452.327	2542.534	298
319	10014414.18	794438.052	2532.646	299

320	10014414.55	794439.655	2532.653	300
321	10014415.22	794441.471	2532.588	301
322	10014345.49	794450.213	2541.638	302
323	10014345.73	794453.041	2541.682	303
324	10014398.74	794448.783	2532.884	304
325	10014399.42	794450.527	2533	305
326	10014399.82	794451.875	2533.106	306
327	10014352.47	794447.956	2540.924	307
328	10014351.78	794450.839	2540.482	308
329	10014351.65	794453.684	2540.476	309
330	10014387.64	794454.132	2533.111	310
331	10014388.17	794455.801	2533.232	311
332	10014388.41	794457.24	2533.301	312
333	10014358.93	794449.461	2539.302	313
334	10014358.33	794451.89	2539.123	314
335	10014357.76	794454.916	2539.085	315
336	10014373.56	794453.292	2535.632	316
337	10014373.41	794455.518	2535.653	317
338	10014373.01	794457.969	2535.813	318
339	10014378.59	794457.979	2534.669	319

340	10014378.51	794456.096	2534.621	320
341	10014378.45	794454.321	2534.378	321
342	10014372.29	794458.795	2537.544	322
343	10014371.96	794446.967	2532.105	323
344	10014353.2	794440.92	2536.33	324
345	10014356.96	794462.867	2546.514	325
346	10014422.43	794438.81	2537.693	326
347	10014422.45	794438.636	2537.447	327
348	10014416.58	794442.145	2538.113	328
349	10014395.05	794445.621	2530.267	329
350	10014327.32	794448.523	2543.573	294
351	10014327.32	794448.523	2543.573	294
352	10014420.76	794434.037	2532.673	330
353	10014269.98	794476.366	2545.66	331
354	10014326.51	794452.534	2543.131	332
355	10014327.54	794456.079	2543.036	333
356	10014318.54	794448.152	2543.215	334
357	10014296.28	794481.781	2540.879	335
358	10014295.23	794486.734	2541.933	336
359	10014318.97	794459.283	2542.339	337

360	10014324.17	794461.998	2542.823	338
361	10014315.93	794478.191	2539.461	339
362	10014325.9	794458.998	2547.812	340
363	10014330.4	794456.128	2547.94	341
364	10014338.25	794420.7	2522.136	342
365	10014315.18	794436.223	2537.203	343
366	10014306.43	794458.001	2541.873	344
367	10014294.76	794464.586	2540.71	345
368	10014269.98	794476.366	2545.66	331
369	10014271.08	794484.219	2545.558	346
370	10014297.55	794473.567	2535.824	347
371	10014284.49	794469.905	2535.689	348
372	10014274.19	794467.817	2538.338	349
373	10014267.8	794463.997	2537.822	350
374	10014263	794482.665	2550.12	351
375	10014291.54	794491.562	2548.775	352
376	10014300.02	794494.399	2549.134	353
377	10014470.63	794415.322	2528.321	275
378	10014546.5	794447.753	2522.798	354
379	10014546.51	794449.331	2522.872	355

380	10014546.08	794451.033	2523	356
381	10014563.74	794432.993	2521.718	357
382	10014564.72	794433.566	2521.726	358
383	10014566.79	794432.873	2522.11	359
384	10014575.54	794419.669	2521.516	360
385	10014597.36	794401.696	2516.181	361
386	10014492.7	794387.612	2506.49	362
387	10014481.65	794384.743	2510.023	363
388	10014532.98	794419.879	2507.268	364
389	10014515.9	794415.076	2503.324	365
390	10014605.96	794374.443	2504.319	366
391	10014620.47	794328.828	2504.715	367
392	10014656.95	794342.547	2526.772	368
393	10014618.79	794410.636	2529.378	369
394	10014550.87	794469.266	2542.683	370
395	10014501.7	794465.891	2542.129	371
396	10014429.8	794401.32	2519.903	372

Anexos 6: Conteo vehicular estación Atahualpa.

- Conteo vehicular



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

FECHA: LUNES, 15 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos		Camiones 2 ejes grandes		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	5	1	6	4	2	2	3	1	2	1	2	1	0	1
7:00 - 8:00	2	5	14	2	1	2	2	0	0	0	1	2	1	0
8:00 - 9:00	4	7	8	6	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1
9:00 - 10:00	2	4	4	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	6	6	8	1	2	3	2	0	0	1	0	0	0	0
11:00 - 12:00	5	3	5	11	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	4	1	9	6	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0
13:00 - 14:00	5	13	16	12	0	0	3	2	0	0	0	1	0	0
14:00 - 15:00	3	8	4	6	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	1	1	5	9	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0
16:00 - 17:00	8	5	7	10	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	6	9	9	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	51	63	95	77	17	17	17	9	3	2	4	5	2	2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

FECHA: MARTES, 16 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos		Camiones 2 ejes grandes		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	3	2	7	5	1	2	1	0	0	0	0	3	0	0
7:00 - 8:00	0	4	20	3	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0
8:00 - 9:00	7	10	7	9	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
9:00 - 10:00	1	5	8	10	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	7	4	6	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
11:00 - 12:00	3	4	9	10	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0
12:00 - 13:00	8	4	10	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	7	11	15	10	3	3	4	2	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	5	9	2	9	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	2	3	7	6	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0
16:00 - 17:00	7	10	6	8	3	4	2	0	1	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	5	5	8	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
TOTAL	55	71	105	82	16	18	15	11	1	0	3	5	1	1

FECHA: MIERCOLES, 17 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos		Camiones 2 ejes grandes		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	7	4	6	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 8:00	13	4	11	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
8:00 - 9:00	8	3	9	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	2	2	4	9	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	4	4	8	6	2	1	2	3	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	3	2	8	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	2	3	7	6	3	0	1	2	0	1	0	0	0	0
13:00 - 14:00	2	3	5	5	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0
14:00 - 15:00	2	3	10	5	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15:00 - 16:00	1	3	4	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	2	4	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	3	5	4	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	49	40	79	61	16	17	7	9	0	1	2	2	0	0

FECHA: JUEVES, 18 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos		Camiones 2 ejes grandes		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	6	4	9	11	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
7:00 - 8:00	3	1	9	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	2	4	4	11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
9:00 - 10:00	10	3	10	5	1	3	0	1	0	0	0	0	0	1
10:00 - 11:00	9	0	6	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	1	5	4	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	3	2	5	7	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0
13:00 - 14:00	3	2	7	6	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	8	3	6	5	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	6	6	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	3	15	13	9	3	3	1	1	0	0	0	1	0	0
17:00 - 18:00	2	3	3	3	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0
TOTAL	56	48	84	81	14	15	4	7	1	2	2	2	0	1

FECHA: VIERNES, 19 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos (2DA)		Camiones 2 ejes grandes (2DB)		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	3	1	5	5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
7:00 - 8:00	3	2	3	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	6	3	4	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	8	5	14	6	1	4	1	2	0	1	0	0	0	0
10:00 - 11:00	8	4	7	12	0	1	2	0	1	1	0	1	0	0
11:00 - 12:00	4	6	5	7	1	1	3	0	2	0	1	0	0	0
12:00 - 13:00	10	2	5	5	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	7	3	9	7	2	1	2	2	1	2	0	0	0	0
14:00 - 15:00	4	3	12	9	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	1	5	8	16	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	3	10	7	20	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	5	5	8	18	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0
TOTAL	62	49	87	115	15	18	16	13	5	4	2	2	0	0

FECHA: SABADO, 20 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos (2DA)		Camiones 2 ejes grandes (2DB)		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	2	3	5	8	1	2	2	1	0	1		0	0	0
7:00 - 8:00	4	5	4	9	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0
8:00 - 9:00	3	6	8	12	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	5	1	7	9	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	7	8	6	16	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	4	4	4	10	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	8	7	11	9	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	5	10	8	8	1	0	1	4	0	0		0	0	0
14:00 - 15:00	1	6	5	12	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	3	4	10	15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	2	1	12	10	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0
17:00 - 18:00	1	5	11	9	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	45	60	91	127	17	22	10	10	3	2	0	0	0	0

FECHA: DOMINGO, 21 DE NOVIEMBRE DE 2021

ESTACION: LA FLORIDA

HORAS	Motos		Livianos		Buses (2DA)		Camiones 2 ejes medianos (2DA)		Camiones 2 ejes grandes (2DB)		Volquetas (V2DB)		Tracto camion 2 ejes (T2)	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
6:00 - 7:00	8	5	4	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 8:00	10	2	7	8	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0
8:00 - 9:00	6	0	8	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 10:00	3	3	3	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	1	7	6	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	4	10	8	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	3	4	4	10	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	5	12	14	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	1	8	9	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	3	4	13	10	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	4	1	16	7	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	6	0	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	49	49	100	81	18	15	7	3	4	1	0	1	0	0

Anexos 7: Ensayos de clasificación de suelos, Contenido de humedad, Límites de Consistencia y Granulometría.



TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

MECÁNICA DE SUELOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO:

TRAMO:

SOLICITA:

UBICACIÓN:

Provincia de Pichincha - Parroquia Atahualpa

ATENCIÓN:

FECHA:

2022-03-20

CONTRATISA:

MATERIAL:

Suelo natural

ENSAYADO:

ABSCISADO:

POT 0+000

CODIGO:

PROF.:

1,0 A 1,50 m

NORMA: ASTM D -2487 y D- 3282

	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
CONTENIDO DE AGUA	80,42	62,12	14,56	38,48%	38,28%
	92,64	71,60	16,34	38,07%	

	GOLPES	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
LIMITE LIQUIDO	31,00	19,77	19,20	10,21	6,34%	6,34%
	19,00	20,11	17,56	10,64	36,85%	36,85%
	7,00	21,63	16,56	11,34	97,13%	97,13%

	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
LIMITE PLASTICO	7,21	7,04	6,03	16,83%	16,40%
	7,56	7,39	6,34	16,19%	
	7,93	7,76	6,71	16,19%	

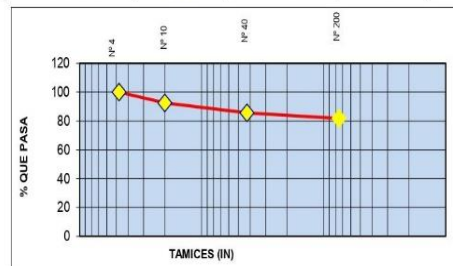
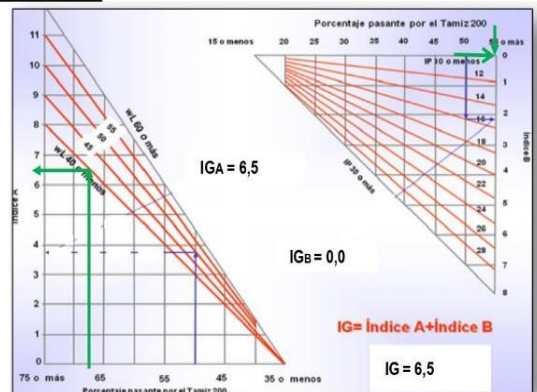
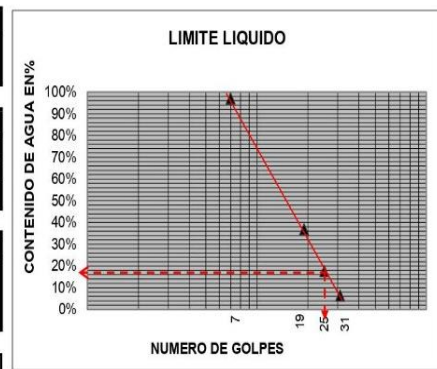
INDICE PLASTICO	1,3%
-----------------	------

GRANULOMETRIA			
		MASA SECA	679,00
TAMIZ	W RET.	% RET	% PASA
1"	0	0	100
3/4"	0	0	100
1/2"	0	0	100
3/8"	0	0	100
No. 4	0	0	100
No. 10	51	8	92
No. 40	98	14	86
No. 200	124	18	82

CLASIFICACION	
GRAVA (%)	0
ARENA (%)	18
FINOS (%)	82

LL =	17,7%
LP =	16,4%
IP =	1,3%

CLASIFICACION:	
SUCS :	ML-CL
AASHTO:	A-4 , A-6
IG:	7



Observaciones:

Caso de frontera ya que se encuentra sobre los límites de los dos signos.
Limos inorgánicos de baja compresibilidad. Arcillas inorgánicas de baja a media compresibilidad arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas.

**MECANICA DE SUELOS
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO:

TRAMO:

SOLICITA:

UBICACIÓN:

ATENCIÓN:

Provincia de Pichincha - Parroquia Atahualpa

CONTRATISA:

FECHA: 2022-03-28

ENSAYADO:

MATERIAL: Suelo natural

CODIGO:

ABSCISADO: 0+700

ANEXO:

PROF.: 1,0 A 1,50 m

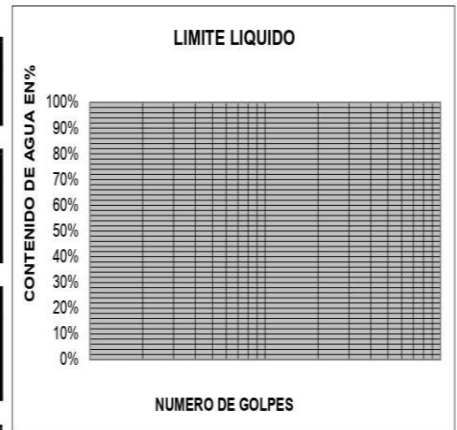
NORMA: ASTM D-2487 y D- 3282

	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
CONTENIDO DE AGUA	65,94	54,31	15,61	30,06%	30,43%
	68,18	56,06	16,73	30,82%	

LIMITE LIQUIDO	GOLPES	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO

LIMITE PLASTICO	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO

INDICE PLASTICO	0,0%
-----------------	------

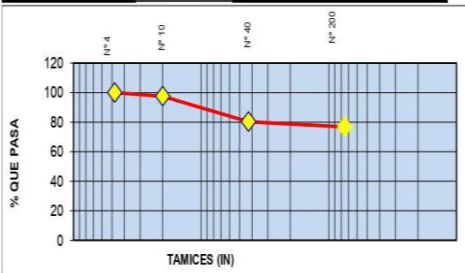
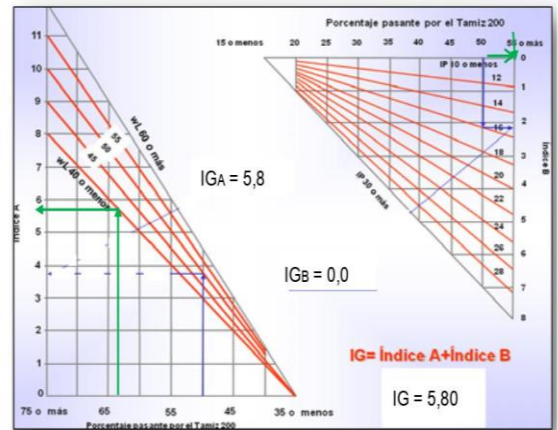


GRANULOMETRIA			
MASA SECA 486,32			
TAMIZ	W RET.	% RET	% PASA
1"	0	0	100
3/4"	0	0	100
1/2"	0	0	100
3/8"	0	0	100
No. 4	0	0	100
No. 10	12	2	98
No. 40	96	20	80
No. 200	113	23	77

CLASIFICACION	
GRAVA (%)	0
ARENA (%)	23
FINOS (%)	77

LL =	0,0%
LP =	0,0%
IP =	0,0%

CLASIFICACION:	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-4
IG:	6



Observaciones:

Limos inorgánicos y arenas muy finas polvo de roca, arenas finas, arcillosas o limosas, limos arcillosos

LDMS
RESPONSABLE DEL ENSAYO

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

MECANICA DE SUELOS ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO:

TRAMO:

SOLICITA:

UBICACIÓN: Provincia de Pichincha - Parroquia Atahualpa

ATENCIÓN:

FECHA: 2022-03-28

CONTRATISA:

MATERIAL: Suelo natural

ENSAYADO:

ABSCISADO: POT 1+506.53 = POT

CODIGO:

PROF.: 1,0 A 1,50 m

ANEXO:

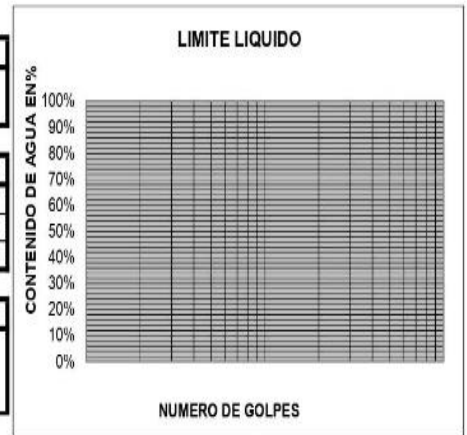
NORMA: ASTM D -2487 y D- 3282

	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
CONTENIDO DE AGUA	96,14	77,14	18,21	30,54%	30,23%
	97,89	79,85	18,67	29,91%	

	GOLPES	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
LIMITE LIQUIDO						

	MASA HUM.	MASA SECA	MASA CAPS	% HUM.	RESULTADO
LIMITE PLASTICO					

INDICE PLASTICO	0,0%
-----------------	------

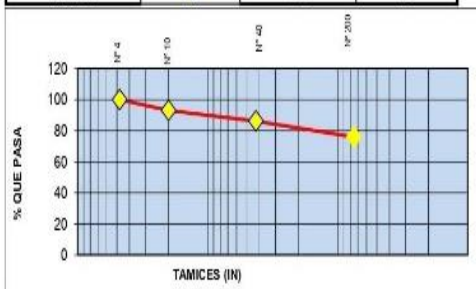
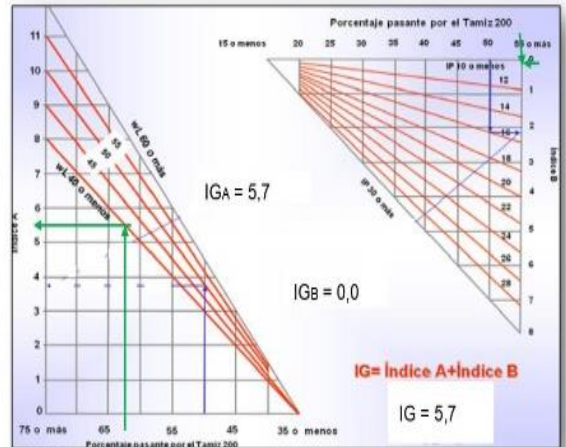


GRANULOMETRIA			
		MASA SECA	593,90
TAMIZ	W RET.	% RET	% PASA
1"	0	0	100
3/4"	0	0	100
1/2"	0	0	100
3/8"	0	0	100
No. 4	0	0	100
No. 10	41	7	93
No. 40	82	14	86
No. 200	143	24	76

CLASIFICACION	
GRAVA (%)	0
ARENA (%)	24
FINOS (%)	76

LL =	0,0%
LP =	0,0%
IP =	0,0%

CLASIFICACION:	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-4
IG:	6



Observaciones:

Limos inorgánicos y arenas muy finas polvo de roca, arenas finas, arcillosas o limosas, limos arcillosos

Anexos 8: Ensayo Proctor Modificado.



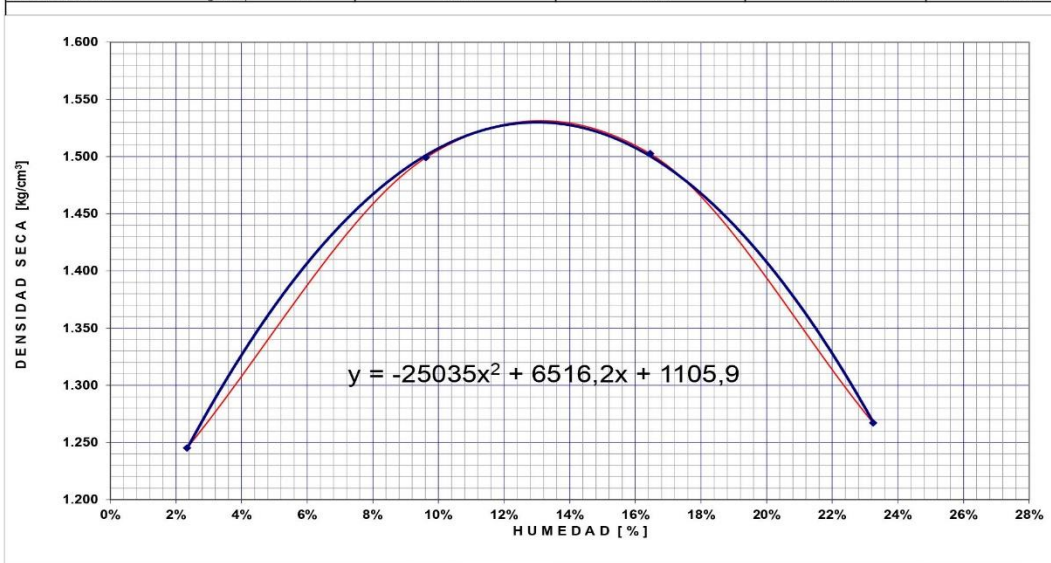
TECNOLOGIA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO: _____ UBICACIÓN: _____ PROCEDENCIA: _____ ANEXO: _____	FECHA: _____ CONTRATISTA: _____ USO: _____ LAB: _____
ENSAYO PROCTOR	Standard: _____ AASHO: T-99 -74 Modificado: xxxxxx AASHO: T-180 - 74

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD

No. de Capas 5	Golpes por capa 56	Peso Martillo 10lb	Altura caída 18"	PESO INICIAL DE LA MUESTRA 6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	0	420	840	1.260				
	%	0	7	14	21				
Peso suelo húmedo + molde	A	9.175	9.962	10.189	9.788				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	2.718	3.505	3.732	3.331				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.274	1.643	1.750	1.562				
Tarro No.		ML-14	M-3	ML-2	C-14	AS-5	ML-7	B-11	B-6
Tarro + suelo húmedo	F	61,76	63,44	90,78	93,32	107,21	99,42	88,54	90,03
Tarro + suelo seco	G	60,76	62,45	84,63	86,79	94,98	88,00	74,98	76,32
Peso de agua	H=F-G	1,00	0,99	6,15	6,53	12,23	11,42	13,56	13,71
Peso del tarro	I	19,40	18,55	20,40	19,20	20,40	18,80	16,79	17,20
Peso del suelo seco	J=G-I	41,36	43,90	64,23	67,59	74,58	69,20	58,19	59,12
Contenido de agua	K=H/J	2,42%	2,26%	9,57%	9,66%	16,40%	16,50%	23,30%	23,19%
Contenido de agua promedio	L	2,34%		9,62%		16,45%		23,25%	
Densidad seca	M	1.245		1.499		1.502		1.267	



Densidad Máxima:	1.530 kg/cm ³	Humedad óptima:	13.01%
------------------	--------------------------	-----------------	--------



TECNOLOGIA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO: _____		FECHA: _____							
UBICACIÓN: _____		CONTRATISTA: _____							
PROCEDENCIA: _____		USO: _____							
ANEXO: _____		LAB: _____							
ENSAYO PROCTOR	Standard <input type="text" value=""/>	AASHO: T-99 -74							
	Modificado <input type="text" value="XXXXXX"/>	AASHO: T-180 - 74							
RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD									
No. de Capas 5	Golpes por capa 56	Peso Martillo 10lb	Altura caída 18"	PESO INICIAL DE LA MUESTRA 6000 g					
MUESTRA >>>		1	2	3	4				
Molde No.		A	A	A	A				
Agua aumentada	cc	0	300	600	900				
	%	0	5	10	15				
Peso suelo húmedo + molde	A	8.785	9.874	10.279	9.862				
Peso del molde	B	6.457	6.457	6.457	6.457				
Peso suelo húmedo	C=A-B	2.328	3.417	3.822	3.405				
Volumen del molde	D	2.133	2.133	2.133	2.133				
Densidad húmeda	E=C/D	1.091	1.602	1.792	1.596				
Tarro No.		W-5	ML-17	ML-D	DS-1	ML-29	ML-27	JL-2	B-9
Tarro + suelo húmedo	F	49,78	49,00	56,07	54,66	72,33	59,84	64,10	57,33
Tarro + suelo seco	G	48,56	47,67	53,03	51,67	65,74	54,33	57,01	50,79
Peso de agua	H=F-G	1,22	1,33	3,04	2,99	6,59	5,51	7,09	6,54
Peso del tarro	I	20,14	19,50	20,40	19,44	19,10	16,06	19,56	16,93
Peso del suelo seco	J=G-I	28,42	28,17	32,63	32,23	46,64	38,27	37,45	33,86
Contenido de agua	K=H/J	4,29%	4,72%	9,32%	9,28%	14,13%	14,40%	18,93%	19,31%
Contenido de agua promedio	L	4,51%		9,30%		14,26%		19,12%	
Densidad seca	g/cm ³ M	1.044		1.466		1.568		1.340	

$y = -68887x^2 + 18301x + 359,53$

Densidad Máxima:	1.575 kg/cm ³	Humedad óptima:	13,28%
------------------	--------------------------	-----------------	--------



TECNOLOGIA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO: _____		FECHA: _____	
UBICACIÓN: _____		CONTRATISTA: _____	
PROCEDENCIA: _____		USO: _____	
ANEXO: _____		LAB: _____	
ENSAYO PROCTOR	Standard _____ AASHO: T-99 -74		
	Modificado XXXXXX AASHO: T-180 -74		
RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD			
No. de Capas 5	Golpes por capa 56	Peso Martillo 10lb	Altura caída 18"
		PESO INICIAL DE LA MUESTRA 6000 g	
MUESTRA >>>		1	2
Molde No.		A	A
Agua aumentada	cc	0	540
	%	0	9
Peso suelo húmedo + molde	A	9.116	10.045
Peso del molde	B	6.457	6.457
Peso suelo húmedo	C=A-B	2.659	3.588
Volumen del molde	D	2.133	2.133
Densidad húmeda	E=C/D	1.247	1.682
Tarro No.		22	45
Tarro + suelo húmedo	F	74,03	77,01
Tarro + suelo seco	G	72,98	76,34
Peso de agua	H=F-G	1,05	0,67
Peso del tarro	I	18,70	19,80
Peso del suelo seco	J=G-I	54,28	56,54
Contenido de agua	K=H/J	1,93%	1,19%
Contenido de agua promedio	L	1,56%	
Densidad seca	g/cm ³	1.227	1.521

$y = -19735x^2 + 5645x + 1144,4$

Densidad Máxima:	1.548 kg/cm³	Humedad óptima:	14,30%
------------------	--------------------------------	-----------------	---------------

Anexos 9: Ensayo CBR de laboratorio Abscisa 0+000 – 1+506



LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:

NORMA DE ENSAYO ASTM D1557

MUESTRA No.	FECHA: 22/03/2022
UBICACIÓN:	LABORATORISTA:
USO:	CALCULADO:

ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

C.B.R.

MOLDE No.	G-21				G-16				SL-23				
No. DE CAPAS	5				5				5				
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE	A	10875	11081	10044	10323	9711	10122						
PESO MOLDE	B	7015	7015	7022	7022	7302	7302						
PESO MUESTRA HÚMEDA	C = A - B	3860	4066	3022	3301	2409	2820						
CONSTANTE MOLDE (VOLUMEN)	D	2215	2215	2286	2286	2209	2209						
DENSIDAD HÚMEDA	E = C/D*1000	1,743	1,836	1,322	1,444	1,091	1,277						
DENSIDAD SECA	F = E / (1 + G)	1513	1544	1148	1163	947	987						
CONTENIDO DE HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente No.		B-30	D-1	2	B-30	ML-T	B-6	D-1	B-6	D-12	2	ML-T	D-12
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPiente	G	56,23	62,33	81,57	77,34	83,74	83,04	75,13	76,18	73,94	62,82	69,06	66,27
PESO MUESTRA SECA + RECIPiente	H	51,17	55,85	71,99	67,82	75,11	74,41	63,27	64,54	65,95	57,31	57,77	54,18
PESO AGUA	I = G - H	5,06	6,48	9,58	9,52	8,63	8,63	11,86	11,64	7,99	5,51	11,29	12,09
PESO RECIPiente	J	17,95	13,18	20,87	17,95	18,78	17,20	13,18	17,20	13,40	20,87	18,78	13,40
PESO MUESTRA SECA	K = H - J	33,22	42,67	51,12	49,87	56,33	57,21	50,09	47,34	52,55	36,44	38,99	40,78
CONTENIDO DE HUMEDAD	L = (I / K)*100	15,23%	15,19%	18,74%	19,09%	15,32%	15,08%	23,68%	24,59%	15,20%	15,12%	28,96%	29,65%
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD	M = (L1+L2)/2	15,21%		18,91%		15,20%		24,13%		15,16%		29,30%	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE No.	G-21	G-16	SL-23
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN	N	11081	10323
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN	P	10875	10044
PESO AGUA ABSORBIDA	Q = N - P	206	279
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	R=(Q/C)*100	5,34	9,23

DATOS DE ESPONJAMIENTOS

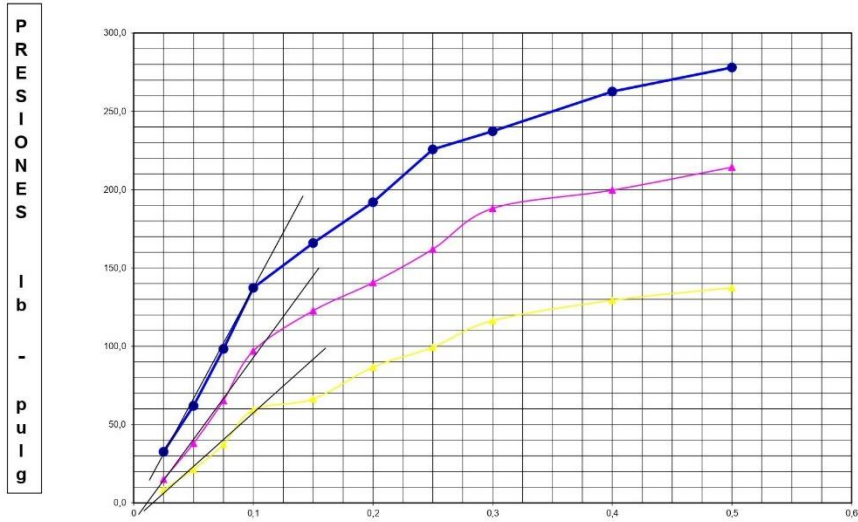
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. G-21			MOLDE No. G-16			MOLDE No. SL-23		
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO	
		0.01 mm	mm	%	0.01 mm	mm	%	0.01 mm	mm	%
22/03/2022	0	0			0			0		
23/03/2022	1	2			4			7		
24/03/2022	2	4			5			11		
25/03/2022	3	6			8			15		
26/03/2022	4	6			8			18		
27/03/2022	5	6			8			18		

DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN

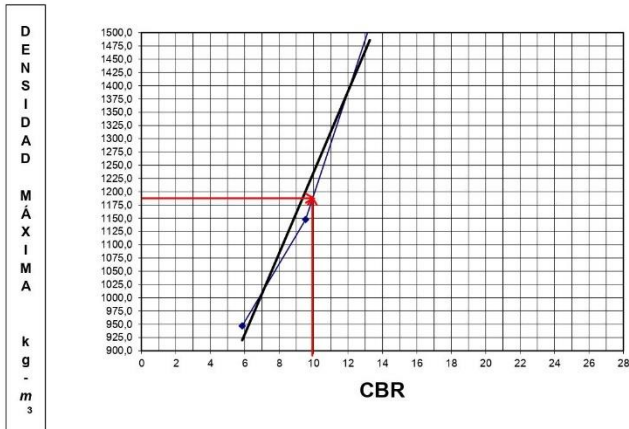
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg ²	MOLDE No. G-21			MOLDE No. G-16			MOLDE No. SL-23		
		CARGA DE ENSAYO	CBR CRRR		CARGA DE ENSAYO	CBR CRRR		CARGA DE ENSAYO	CBR CRRR	
		DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%
0,025		98	32,7		45	15,0		25	8,3	
0,050		186	62,0		114	38,0		64	21,3	
0,075		295	98,3		196	65,3		112	37,3	
0,100	1000	412	137,3	13,73	291	97,0	9,70	178	59,3	5,93
0,150		498	166,0		368	122,7		199	66,3	
0,200		576	192,0	12,80	422	140,7	9,38	260	86,7	5,78
0,250		677	225,7		486	162,0		298	99,3	
0,300		712	237,3		564	188,0		349	116,3	
0,400		788	262,7		599	199,7		388	129,3	
0,500		834	278,0		643	214,3		412	137,3	

RESPONSABLE DEL ENSAYO
LABORATORIOS LDMS

GRÁFICOS DE PRESIONES C.B.R.



DENSIDAD MÁXIMA VERSUS CBR



VALOR C.B.R.

RESUMEN DE DATOS

Límite Líquido	=	%
Límite Plástico	=	%
Índice Plástico	=	%
Índice de Grupo	=	%
Clasificación	=	
Grupo Símbolos	=	
Humedad Natural	=	%
Humedad Óptima	=	15,32 %
Densidad Seca	=	1513 g/cm ³
Densidad Máxima	=	1503 g/cm ³
Valor C.B.R.	=	10,00 %
95% Densidad Máxima	=	1428 g/cm ³
Espesor Sub-Base	=	cm
Espesor Base	=	cm
Espesor Base Asfáltica	=	cm
Espesor Carpeta	=	cm
Observaciones		



TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:

NORMA DE ENSAYO ASTM D1557

MUESTRA No.	FECHA: 22/03/2022
UBICACIÓN:	LABORATORISTA:
USO:	CALCULADO:

ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.

MOLDE No.	G-25				G-19				G-17				
No. DE CAPAS	5				5				5				
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE	A	10959	11212	9781	10123	9652	10089						
PESO MOLDE	B	6998	6998	6875	6875	7036	7036						
PESO MUESTRA HÚMEDA	C = A - B	3961	4214	2906	3248	2616	3053						
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN)	D	2286	2286	2215	2215	2258	2258						
DENSIDAD HÚMEDA	E = C/D*1000	1,733	1,843	1,312	1,466	1,159	1,352						
DENSIDAD SECA	F = E / (1 + G)	1467	1484	1111	1124	981	997						
CONTENIDO DE HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.		B-3	BA-8	4	D-26	4	B-21	B-3	HHC	D-26	HHC	B-21	BA-8
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE	G	58,30	61,79	80,92	69,62	71,63	80,84	73,22	82,76	79,32	88,16	97,92	66,26
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE	H	51,66	54,15	68,92	58,62	63,61	70,89	59,74	68,00	69,27	77,65	76,54	52,00
PESO AGUA	I = G - H	6,64	7,64	12,00	11,00	8,02	9,95	13,48	14,76	10,05	10,51	21,38	14,26
PESO RECIPIENTE	J	14,90	12,14	19,08	13,55	19,08	16,35	14,90	20,12	13,55	20,12	16,35	12,14
PESO MUESTRA SECA	K = H - J	36,76	42,01	49,84	45,07	44,53	54,54	44,84	47,88	55,72	57,53	60,19	39,86
CONTENIDO DE HUMEDAD	L = (I / K)*100	18,06%	18,19%	24,08%	24,41%	18,01%	18,24%	30,06%	30,83%	18,04%	18,27%	35,52%	35,78%
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD	M = (L1+L2)/2	18,12%		24,24%		18,13%		30,44%		18,15%		35,65%	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE No.	G-25				G-19				G-17			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN	N				11212				10123			
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN	P				10959				9781			
PESO AGUA ABSORBIDA	Q = N - P				253				342			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	R = (Q/C)*100				6,39				11,77			

DATOS DE ESPONJAMIENTOS

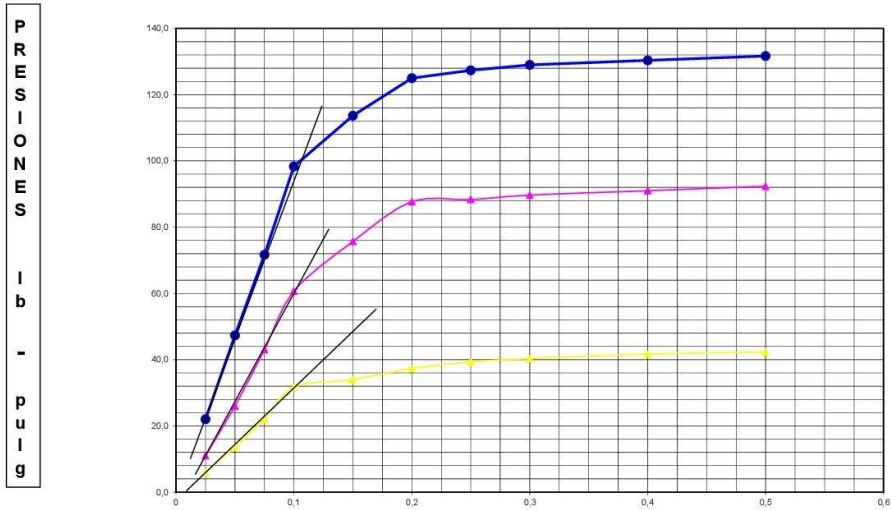
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. G-25			MOLDE No. G-19			MOLDE No. G-17		
		DIAL	ESPONJAMIENTO	%	DIAL	ESPONJAMIENTO	%	DIAL	ESPONJAMIENTO	%
		0,01 mm	mm	%	0,01 mm	mm	%	0,01 mm	mm	%
22/03/2022	0	0		0			0			
23/03/2022	1	1		3			5			
24/03/2022	2	3		7			13			
25/03/2022	3	4		11			17			
26/03/2022	4	4		11			17			
27/03/2022	5	4		11			17			

DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN

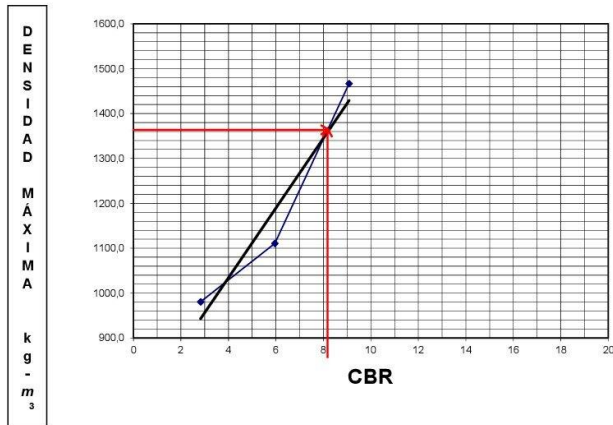
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg ²	MOLDE No. G-25			MOLDE No. G-19			MOLDE No. G-17		
		CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR	%	CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR	%	CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR	%
		DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%
0,025		66	22,0		33	11,0		18	6,0	
0,050		142	47,3		78	26,0		41	13,7	
0,075		215	71,7		129	43,0		66	22,0	
0,100	1000	295	98,3	9,83	182	60,7	6,07	95	31,7	3,17
0,150		341	113,7		227	75,7		102	34,0	
0,200		375	125,0	8,33	263	87,7	5,84	112	37,3	2,49
0,250		382	127,3		265	88,3		118	39,3	
0,300		387	129,0		269	89,7		121	40,3	
0,400		391	130,3		273	91,0		125	41,7	
0,500		395	131,7		277	92,3		127	42,3	

RESPONSABLE DEL ENSAYO
LABORATORIOS LDMS

GRÁFICOS DE PRESIONES C.B.R.



DENSIDAD MÁXIMA VERSUS CBR



VALOR C.B.R.

RESUMEN DE DATOS

Límite Líquido	=	%
Límite Plástico	=	%
Índice Plástico	=	%
Índice de Grupo	=	%
Clasificación	=	
Grupo Símbolos	=	
Humedad Natural	=	%
Humedad Óptima	=	17,96 %
Densidad Seca	=	1467 g/cm ³
Densidad Máxima	=	1433 g/cm ³
Valor C.B.R.	=	8,20 %
95% Densidad Máxima	=	1361 g/cm ³
Espesor Sub-Base	=	cm
Espesor Base	=	cm
Espesor Base Asfáltica	=	cm
Espesor Carpeta	=	cm
Observaciones		



TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO EN MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:

NORMA DE ENSAYO ASTM D1557

MUESTRA No.	FECHA: 22/03/2022
UBICACIÓN:	LABORATORISTA:
USO:	CALCULADO:

ENSAYO RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA C.B.R.

MOLDE No.	SL-8				AC-15				LL-22				
No. DE CAPAS	5				5				5				
No. DE GOLPES POR CAPAS	56				25				10				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.		ANT. SATU.		DES. SATU.	
PESO MUESTRA HÚM. + MOLDE	A	11271	11456	10566	10921	10129	10566						
PESO MOLDE	B	7215	7215	7025	7025	7088	7088						
PESO MUESTRA HÚMEDA	C = A - B	4056	4241	3541	3896	3041	3478						
CONSTAN MOLDE (VOLUMEN)	D	2234	2234	2290	2290	2286	2286						
DENSIDAD HÚMEDA	E = C/D*1000	1.816	1.898	1.546	1.701	1.330	1.521						
DENSIDAD SECA	F = E / (1 + G)	1568	1580	1336	1356	1149	1194						
CONTENIDO DE HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE No.		B-12	BS-35	D-37	QY-12	WE	D-20	B-12	BS-35	D-37	QY-12	WE	D-20
PESO MUESTRA HÚM. + RECIPIENTE	G	53.93	65.14	76.28	96.23	49.75	46.76	75.59	78.21	68.01	53.94	60.12	55.18
PESO MUESTRA SECA + RECIPIENTE	H	48.85	58.61	65.94	83.19	45.71	42.23	63.85	65.62	60.59	49.3	51.66	45.99
PESO AGUA	I = G - H	5.08	6.53	10.34	13.04	4.04	4.53	11.74	12.59	7.42	4.64	8.46	9.19
PESO RECIPIENTE	J	16.70	17.36	13.31	19.94	20.08	13.3	16.70	17.36	13.31	19.94	20.08	13.3
PESO MUESTRA SECA	K = H - J	32.15	41.25	52.63	63.25	25.63	28.93	47.15	48.26	47.28	29.36	31.58	32.69
CONTENIDO DE HUMEDAD	L = (I/K)*100	15.80%	15.83%	19.65%	20.62%	15.76%	15.66%	24.90%	26.09%	15.69%	15.80%	26.79%	28.11%
CONTENIDO PROMEDIO DE HUMEDAD	M = (L1+L2)/2	15.82%		20.13%		15.71%		25.49%		15.75%		27.45%	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE No.	SL-8	AC-15	LL-22
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUES DE SATURACIÓN	N	11456	10921
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN	P	11271	10566
PESO AGUA ABSORBIDA	Q = N - P	185	355
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	R = (Q/C)*100	4.56	10.03
			14.37

DATOS DE ESPONJAMIENTO

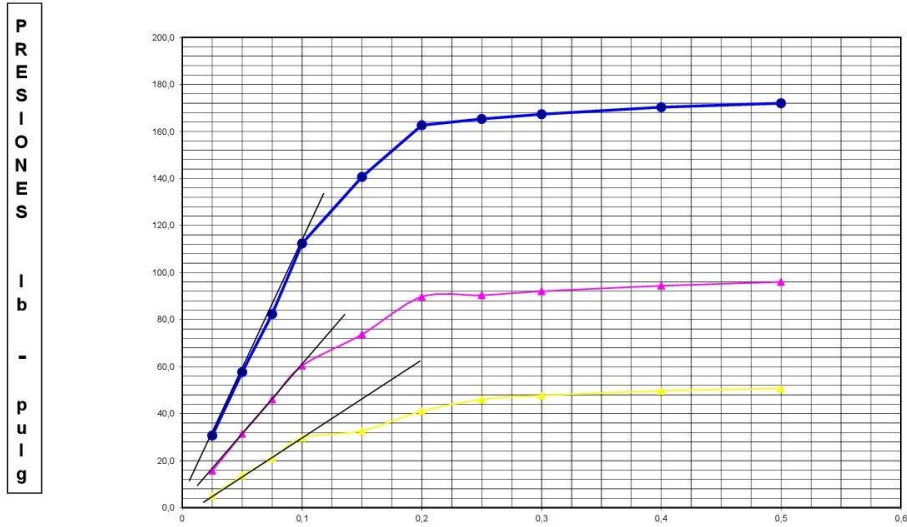
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE No. SL-8			MOLDE No. AC-15			MOLDE No. LL-22		
		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO		DIAL	ESPONJAMIENTO	
		0.01 mm	mm	%	0.01 mm	mm	%	0.01 mm	mm	%
22/03/2022	0	0			0			0		
23/03/2022	1	3			6			8		
24/03/2022	2	7			9			15		
25/03/2022	3	11			13			19		
26/03/2022	4	11			13			23		
27/03/2022	5	11			13			23		

DATOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN

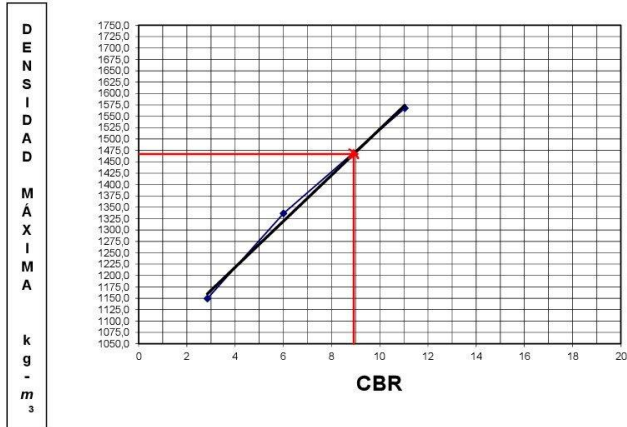
PENETRACIÓN EN PULGADAS	CARGAS TIPO lb/pulg ²	MOLDE No. SL-8			MOLDE No. AC-15			MOLDE No. LL-22		
		CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR		CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR		CARGA DE ENSAYO	CBR CCRR	
		DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%	DIAL	lb/pulg ²	%
0.025		92	30.7		47	15.7		15	5.0	
0.050		173	57.7		94	31.3		41	13.7	
0.075		247	82.3		138	46.0		63	21.0	
0.100	1000	337	112.3	11.23	181	60.3	6.03	89	29.7	2.97
0.150		422	140.7		221	73.7		98	32.7	
0.200		488	162.7	10.84	269	89.7	5.98	123	41.0	2.73
0.250		496	165.3		271	90.3		138	46.0	
0.300		502	167.3		276	92.0		143	47.7	
0.400		511	170.3		283	94.3		149	49.7	
0.500		516	172.0		288	96.0		152	50.7	

RESPONSABLE DEL ENSAYO
LABORATORIOS LDMS

GRÁFICOS DE PRESIONES C.B.R.



DENSIDAD MAXIMA VERSUS CBR



VALOR C.B.R.

RESUMEN DE DATOS

Límite Líquido	=	%
Límite Plástico	=	%
Índice Plástico	=	%
Índice de Grupo	=	%
Clasificación	=	
Grupo Símbolos	=	
Humedad Natural	=	%
Humedad Óptima	=	14,30 %
Densidad Seca	=	1568 g/cm ³
Densidad Máxima	=	1548 g/cm ³
Valor C.B.R.	=	9,00 %
95% Densidad Máxima	=	1471 g/cm ³
Espesor Sub-Base	=	cm
Espesor Base	=	cm
Espesor Base Asfáltica	=	cm
Espesor Carpeta	=	cm
Observaciones		

Anexos 10: Ensayos de la Mina Pucará.



MEMORANDO - 17 - DGFZ - CCC - 22

PARA: COORDINACIÓN DE CONTROL DE OBRAS - ING. VINICIO TIPÁN
DE: COORDINACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
FECHA: 17 DE ENERO DE 2022
ASUNTO: INFORME DE LABORATORIO N° 13 REFERENTE A LA CALIFICACIÓN DE MATERIALES MINA PUCARÁ PARA SUB BASE CLASE III

Sírvase encontrar el informe de laboratorio No. 13-DGFZ-2022 referente a la precalificación de los materiales de la mina Pucará de la parroquia San José de Minas, cantón Quito.

Particular que pongo a su conocimiento para los fines correspondientes.



Firmado electrónicamente por:
**BYRON XAVIER
CORDOVILLO
FLORES**

Ing. Byron Cordovillo
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD

Pedraza
24/01/2022

17-0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE FISCALIZACIÓN

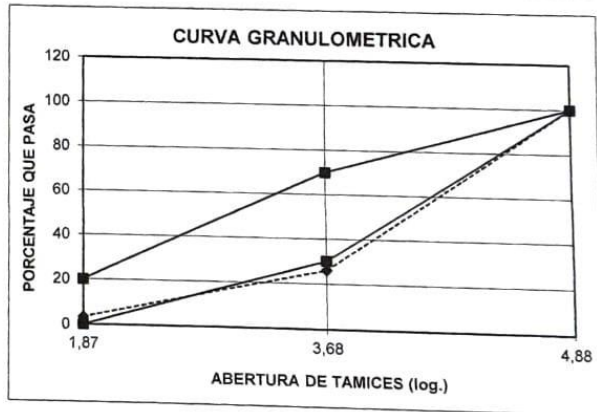
Proyecto : Calificación Mina Pucará
 Convenio N° :
 Sector : Quito D.M.
 Parroquia San José de Minas
 Norma Ensayo : ASTM C 136
 Uso : Sub-base
 Yacimiento : Mina
 Fecha : 14 de enero de 2022

Contratista :
 Fiscalizador :
 Kilómetro :
 Muestra N° : 1
 Ensayado por : Sr. Iván Cantos
 Responsable : Ing. Byron Cordovillo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO


TAMIZ plgs.	P. Retenido Acumulado gr.	%		Tamiz plgs.	P. Retenido Acumulado gr.	%	
		Retenido	Que Pasa			Retenido	Que Pasa
3	0	0	100	8			
2 ½	905	2	98	10	154	8	18
2	2.192	6	94	16			
1 1/2	5.279	14	86	40	313	16	10
1	11.456	31	69	50			
¾	16.119	44	56	60			
½	20.918	57	43	80			
3/8	23.255	63	37	100			
N° 4	27.223	74	26	200	437	23	3
Pasa N° 4	9.531	26		Pasa N° 200	63	3	
Peso Total	36.754			Peso Total	500		
Contenido de Humedad =				Peso antes del lavado = 500 gr.			
				Peso después del lavado = 437 gr.			

Tamiz plgs.	% En Peso
3	100
N° 4	30 - 70
200	0 - 20



Peso Original	gr.	
P. Retenido Tamiz N° 12		
P. Pasanta Tamiz N° 12		
GRADACION		
% DE DESGASTE		
CLASIFICACION		
Límite Líquido		
Límite Plástico		
Índice de Grupo		
Clasificación AASHTO		
Clasificación SUCS		

ENSAYO	SI	NO
GRANULOMETRIA		X
ABRASION		


 Sr. José Cárdenas Vilela
 Técnico de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES

DIRECCION DE GESTION DE FISCALIZACION

Proyecto : Calificación Mina Pucará
 Sector : Quito D.M.
 Muestra N° : 1
 Uso : Sub-base
 Yacimiento : Mina
 Fecha : 14-ene-22

Contratista :
 Fiscalizador :
 Kilómetro :
 Muestreado por : Ing. Byron Cordovillo
 Ensayado por : Sr. Iván Cantos
 Responsable : Ing. Byron Cordovillo

ENSAYO GRANULOMÉTRICO


Tamiz plgs.	Peso acumulado gr.	%	
		Retenido	Que Pasa
3			
2 1/2			
2			
1 1/2			
1			
3/4			
1/2			
3/8			
N° 4			
Pasa tamiz N°4			
8			
10			
12			
30		2.814	2.186
40			
50			
100			
200			
Pasa tamiz N° 200			
TOTAL gr.			
Peso antes del lavado gr.			
Peso después del lavado gr.			

GRADUACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA ENSAYO DE ABRASIÓN

Pasa	Tamiz	Retiene	Graduación N° de bolas	Peso de los Tamaños Indicados en gr.			
				A	B	C	D
1 1/2	1	1	12		11	8	6
1	3/4	3/4		1250 ± 25			
3/4	1/2	1/2		1250 ± 25			
1/2	3/8	3/8		1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8	1/4	1/4		1250 ± 10	2500 ± 10		
1/4	N° 4	N° 4				2500 ± 10	
N° 4	N° 8	N° 8				2500 ± 10	
							5000 ± 10

ENSAYO DE ABRASION	
Peso original gr.	5.000
Peso Retenido tamiz N° 12 gr.	2.814
Peso Pasante tamiz N° 12 gr.	2.186
Gradación	A
% DESGASTE	44

CLASIFICACION	
Limite liquido	
Limite plástico	
Indice plástico	
Clasificación AASHTO	
Clasificación SUCS	


 Sr. José Cárdenas Vilela
 Técnico de Laboratorio



PREFECTURA DE
PICHINCHA
Bicentenario

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE FISCALIZACIÓN

COORDINACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME: INF-13-DGFZ-2022
FECHA: QUITO, 17 DE ENERO DE 2022
REFERENCIA: PRECALIFICACIÓN MINA PUCARÁ

Ing. Vinicio Tipán

En el presente informe, sírvase encontrar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a los materiales de la mina Pucará, como precalificación para uso como Sub base.

MATERIAL	ENSAYO	ESPECIFICACIÓN
SUELOS/ AGREGADOS	SUB BASE	
	✓ Granulometría	NO CUMPLE
	✓ Abrasión	CUMPLE

Observaciones: de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, me permito informar que los materiales NO cumplen con los requerimientos para ser usados como Sub Base.



BYRON XAVIER
CORDOVILLO
FLORES

Ing. Byron Cordovillo
SUPERVISOR DE CONTROL DE CALIDAD

Dirección: Manuel Larrea N13-45 y Antonio Ante - Teléfono (593 2) 3946760

GobiernoPichincha @GobiernoPichincha @PichinchaGov GobiernoPichincha www.pichincha.gob.ec

Anexos 11: Drenaje vial, diseño de cunetas y alcantarillas.

CAUDAL DE DISEÑO DE ESCURRIMIENTO DE LA VÍA

No.	Tramo	Inicio	Fin	Longitud (m)	Orientación de la curva	Ancho de la vía (m)	Coeficiente de escorrentía "C"	Intensidad (mm/h)	Caudal de la vía (m³/s)	
									Cuneta Izquierda	Cuneta Derecha
1	Recto	0+000.00	0+025.26	25.26		7.2	0.6	93.83	0.001422	0.001422
2	Curvo	0+025.26	0+054.21	28.952	I	7.2	0.6	93.83	0.003260	
3	Recto	0+054.21	0+152.99	98.773		7.2	0.6	93.83	0.005561	0.005561
4	Curvo	0+152.99	0+177.87	24.882	D	7.2	0.6	93.83		0.002802
5	Recto	0+177.87	0+226.03	48.16		7.2	0.6	93.83	0.002711	0.002711
6	Curvo	0+226.03	0+242.48	16.449	I	7.2	0.6	93.83	0.001852	
7	Recto	0+242.48	0+385.21	142.737		7.2	0.6	93.83	0.008036	0.008036
8	Curvo	0+385.21	0+428.63	43.418	D	7.2	0.6	93.83		0.004889
9	Recto	0+428.63	0+468.92	40.29		7.2	0.6	93.83	0.002268	0.002268
10	Curvo	0+468.92	0+489.85	20.927	I	7.2	0.6	93.83	0.002356	
11	Recto	0+489.85	0+581.66	91.812		7.2	0.6	93.83	0.005169	0.005169
12	Curvo	0+581.66	0+633.51	51.847	I	7.2	0.6	93.83	0.005838	
13	Recto	0+633.51	0+681.36	47.853		7.2	0.6	93.83	0.002694	0.002694
14	Curvo	0+681.36	0+744.47	63.107	I	7.2	0.6	93.83	0.007106	
15	Recto	0+744.47	0+847.51	103.045		7.2	0.6	93.83	0.005801	0.005801
16	Curvo	0+847.51	0+876.55	29.035	D	7.2	0.6	93.83		0.003269
17	Recto	0+876.55	0+978.98	102.428		7.2	0.6	93.83	0.005766	0.005766
18	Curvo	0+978.98	0+993.31	14.33	I	7.2	0.6	93.83	0.001614	
19	Recto	0+993.31	1+083.10	89.79		7.2	0.6	93.83	0.005055	0.005055
20	Curvo	1+083.10	1+085.81	2.711	D	7.2	0.6	93.83		0.000305
No.	Tramo	Inicio	Fin						Caudal de la vía (m³/s)	

				Longitud (m)	Orientación de la curva	Ancho de la vía (m)	Coefficiente de escorrentía "C"	Intensidad (mm/h)	Cuneta Izquierda	Cuneta Derecha
21	Recto	1+085.81	1+182.09	96.283		7.2	0.6	93.83	0.005421	0.005421
22	Curvo	1+182.09	1+206.49	24.405	I	7.2	0.6	93.83	0.002748	
23	Recto	1+206.49	1+237.14	30.647		7.2	0.6	93.83	0.001725	0.001725
24	Curvo	1+237.14	1+260.91	23.767	D	7.2	0.6	93.83		0.002676
25	Recto	1+260.91	1+296.36	35.455		7.2	0.6	93.83	0.001996	0.001996
26	Curvo	1+296.36	1+327.67	31.306	D	7.2	0.6	93.83		0.003525
27	Recto	1+327.67	1+371.21	43.545		7.2	0.6	93.83	0.002451	0.002451
28	Curvo	1+371.21	1+386.56	15.343	I	7.2	0.6	93.83	0.001728	
29	Recto	1+386.56	1+421.97	35.416		7.2	0.6	93.83	0.001994	0.001994
30	Curvo	1+421.97	1+438.60	16.631	I	7.2	0.6	93.83	0.001873	
31	Recto	1+438.60	1+469.45	30.843		7.2	0.6	93.83	0.001736	0.001736
32	Curvo	1+469.45	1+480.89	11.443	D	7.2	0.6	93.83		0.001288
33	Recto	1+480.89	1+509.36	28.466		7.2	0.6	93.83	0.001603	0.001603
TOTAL									0.089783	0.080164

CALCULO DE CUNETAS LATERALES

CUNETA IZQUIERDA O INTERNA

Tramo		Pendiente %	Caudal de diseño Qdis(m³/s)	Rugosidad del Material	Altura de la cuneta "h" (m)	Altura total "H" (m)	Talud Ze	Talud Zi	Perimetro mojado (m)	Area (m²)	Radio Hidraulico (m)	Velocidad Calculada (m/s)	Caudal Calculado Qcal(m³/s)	Criterio Qdis<Qcal	Velocidad <4.5-7.5 m/s
Inicio	Fin														
1+505	1+380	8.29	0.13699	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	5.392	0.590	CUMPLE	OK
1+380	1+240	6.06	0.29042	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	4.610	0.504	CUMPLE	OK
1+240	1+120	11.75	0.13151	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	6.419	0.702	CUMPLE	OK
1+120	0+960	2.51	0.30686	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	2.967	0.325	CUMPLE	OK
0+960	0+860	14.82	0.10959	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	7.209	0.789	CUMPLE	OK
0+860	0+740	4.86	0.24111	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	4.128	0.452	CUMPLE	OK
0+740	0+600	14.14	0.13151	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	7.042	0.770	CUMPLE	OK
0+600	0+480	4.09	0.28494	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	3.787	0.414	CUMPLE	OK
0+480	0+280	13.47	0.48221	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	6.873	0.752	CUMPLE	OK
0+280	0+180	9.41	0.13151	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	5.745	0.628	CUMPLE	OK
0+180	0+000	2.32	0.29878	0.012	0.25	0.300	1	2.5	1.03	0.11	0.107	2.852	0.312	CUMPLE	OK

CUNETA DERECHA O EXTERNA

Tramo		Pendiente %	Caudal de diseño Qdis(m³/s)	Rugosidad del Material "n"	Altura de la cuneta "h" (m)	Altura total "H" (m)	Talud Ze	Talud Zi	Perimetro mojado (m)	Area (m²)	Radio Hidraulico (m)	Velocidad Calculada(m/s)	Caudal Calculado Qcal(m³/s)	Criterio Qdis<Qcal	Velocidad <4.5-7.5 m/s
Inicio	Fin														
1+505	1+380	8.29	0.00666	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	3.010	0.051	CUMPLE	OK
1+380	1+240	6.06	0.01411	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	2.573	0.043	CUMPLE	OK
1+240	1+120	11.75	0.00639	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	3.583	0.060	CUMPLE	OK
1+120	0+960	2.51	0.01491	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	1.656	0.028	CUMPLE	OK
0+960	0+860	14.82	0.00533	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	4.024	0.068	CUMPLE	OK
0+860	0+740	4.86	0.01172	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	2.304	0.039	CUMPLE	OK
0+740	0+600	14.14	0.00639	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	3.931	0.066	CUMPLE	OK
0+600	0+480	4.09	0.01385	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	2.114	0.036	CUMPLE	OK
0+480	0+280	13.47	0.02343	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	3.836	0.065	CUMPLE	OK
0+280	0+180	9.41	0.00639	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	3.207	0.054	CUMPLE	OK
0+180	0+000	2.32	0.01598	0.012	0.15	0.20	0.5	1	0.38	0.02	0.044	1.592	0.027	CUMPLE	OK

CALCULO PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLA

Alcantarilla n° 1 tramo 1+505-1+240	Qdiseño	Calado	Diámetro	"n"	Pendiente	θ	θ (rad)	Área	Perímetro	Radio	Calado	Velocidad	Q cal	Error%
	m³/s	(y)	(m)			(grados)		(m²)	(m)	Hidráulico	crítico Yc	(m/s)	m³/s	
	0.4	0.34	0.5	0.011	0.010	222.20	3.88	0.14	0.97	0.15	0.43	2.53	0.36	-11.28
	0.4	0.35	0.5	0.011	0.010	227.16	3.96	0.15	0.99	0.15	0.43	2.54	0.37	-7.06
	0.4	0.37	0.5	0.011	0.010	237.37	4.14	0.16	1.04	0.15	0.43	2.57	0.40	0.14
	0.4	0.38	0.5	0.011	0.010	242.66	4.24	0.16	1.06	0.15	0.43	2.58	0.41	3.18
	0.4	0.4	0.5	0.011	0.010	253.74	4.43	0.17	1.11	0.15	0.43	2.59	0.44	8.30
	0.4	0.41	0.5	0.011	0.010	259.58	4.53	0.17	1.13	0.15	0.43	2.59	0.45	10.40
0.4	0.4	0.5	0.011	0.010	253.74	4.43	0.17	1.11	0.15	0.43	2.59	0.44	8.30	
Alcantarilla n° 2 tramo 1+240-0+960	Qdiseño	Calado	Diámetro	"n"	Pendiente	θ	θ (rad)	Área	Perímetro	Radio	Calado	Velocidad	Q cal	Error%
	m³/s	(y)	(m)			(grados)		(m²)	(m)	Hidráulico	crítico Yc	(m/s)	m³/s	
	0.442	0.38	0.5	0.011	0.010	242.66	4.24	0.16	1.06	0.15	0.45	2.58	0.41	-6.98
	0.442	0.4	0.5	0.011	0.010	253.74	4.43	0.17	1.11	0.15	0.45	2.59	0.44	-1.33
	0.442	0.41	0.5	0.011	0.010	259.58	4.53	0.17	1.13	0.15	0.45	2.59	0.45	0.99
	0.442	0.43	0.5	0.011	0.010	272.11	4.75	0.18	1.19	0.15	0.45	2.58	0.46	4.68
	0.442	0.44	0.5	0.011	0.010	278.93	4.87	0.18	1.22	0.15	0.45	2.57	0.47	6.04
	0.442	0.45	0.5	0.011	0.010	286.26	5.00	0.19	1.25	0.15	0.45	2.56	0.48	7.07
0.442	0.46	0.5	0.011	0.010	294.28	5.14	0.19	1.28	0.15	0.45	2.53	0.48	7.71	
Alcantarilla n° 3 tramo 0+960-0+740	Qdiseño	Calado	Diámetro	"n"	Pendiente	θ	θ (rad)	Área	Perímetro	Radio	Calado	Velocidad	Q cal	Error%
	m³/s	(y)	(m)			(grados)		(m²)	(m)	Hidráulico	crítico Yc	(m/s)	m³/s	
	0.332	0.35	0.5	0.011	0.010	227.16	3.96	0.15	0.99	0.15	0.39	2.54	0.37	11.14
	0.332	0.34	0.5	0.011	0.010	222.20	3.88	0.14	0.97	0.15	0.39	2.53	0.36	7.64
	0.332	0.33	0.5	0.011	0.010	217.33	3.79	0.14	0.95	0.14	0.39	2.51	0.34	3.75
	0.332	0.32	0.5	0.011	0.010	212.52	3.71	0.13	0.93	0.14	0.39	2.49	0.33	-0.58
	0.332	0.31	0.5	0.011	0.010	207.77	3.63	0.13	0.91	0.14	0.39	2.46	0.32	-5.38
	0.332	0.3	0.5	0.011	0.010	203.07	3.54	0.12	0.89	0.14	0.39	2.44	0.30	-10.74
0.332	0.28	0.5	0.011	0.010	193.78	3.38	0.11	0.85	0.13	0.39	2.38	0.27	-23.39	

Alcantarilla n° 4 tramo 0+740 0+280	Qdiseño	Calado	Diámetro	"n"	Pendiente	θ	θ (rad)	Área	Perímetro	Radio	Calado	Velocidad	Q cal	Error%
	m³/s	(y)	(m)			(grados)		(m²)	(m)	Hidráulico	crítico Yc	(m/s)	m³/s	
	0.674	0.4	0.6	0.011	0.010	218.94	3.82	0.20	1.15	0.17	0.54	2.84	0.57	-18.49
	0.674	0.41	0.6	0.011	0.010	223.02	3.89	0.21	1.17	0.18	0.54	2.86	0.59	-14.55
	0.674	0.42	0.6	0.011	0.010	227.16	3.96	0.21	1.19	0.18	0.54	2.87	0.61	-10.94
	0.674	0.43	0.6	0.011	0.010	231.36	4.04	0.22	1.21	0.18	0.54	2.89	0.63	-7.64
	0.674	0.44	0.6	0.011	0.010	235.64	4.11	0.22	1.23	0.18	0.54	2.90	0.64	-4.61
	0.674	0.46	0.6	0.011	0.010	244.46	4.27	0.23	1.28	0.18	0.54	2.92	0.68	0.65
0.674	0.48	0.6	0.011	0.010	253.74	4.43	0.24	1.33	0.18	0.54	2.93	0.71	4.98	
Alcantarilla n° 5 tramo 0+280+0+000	Qdiseño	Calado	Diámetro	"n"	Pendiente	θ	θ (rad)	Área	Perímetro	Radio	Calado	Velocidad	Q cal	Error%
	m³/s	(y)	(m)			(grados)		(m²)	(m)	Hidráulico	crítico Yc	(m/s)	m³/s	
	0.42	0.45	0.5	0.011	0.010	286.26	5.00	0.19	1.25	0.15	0.44	2.56	0.48	11.69
	0.42	0.44	0.5	0.011	0.010	278.93	4.87	0.18	1.22	0.15	0.44	2.57	0.47	10.72
	0.42	0.43	0.5	0.011	0.010	272.11	4.75	0.18	1.19	0.15	0.44	2.58	0.46	9.43
	0.42	0.41	0.5	0.011	0.010	259.58	4.53	0.17	1.13	0.15	0.44	2.59	0.45	5.92
	0.42	0.4	0.5	0.011	0.010	253.74	4.43	0.17	1.11	0.15	0.44	2.59	0.44	3.71
	0.42	0.39	0.5	0.011	0.010	248.11	4.33	0.16	1.08	0.15	0.44	2.59	0.43	1.19
0.42	0.38	0.5	0.011	0.010	242.66	4.24	0.16	1.06	0.15	0.44	2.58	0.41	-1.66	

Anexos 12: Salarios mínimos según la CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO

Enero del 2022

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACION BASICA UNIFICADA MINIMA	425,00								
CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Peón	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
Ayudante de albañil	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
Ayudante de carpintero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
Ayudante de electricista	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
Ayudante de fierro	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
Ayudante de plomero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,63
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2									
Ayudante de maquinaria	448,68	448,68	425,00		654,18	448,68	7.360,70	31,46	3,93
Albañil	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Operador de equipo liviano	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Pintor	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Pintor de exteriores	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Pintor empapelador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Fierro	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Carpintero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Encofrador o carpintero de ribera	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Plomero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Electricista o instalador de revestimiento en general	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Ayudante de perforador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Cadenero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Mampostero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Eruicador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Hojalatero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Técnico linero eléctrico	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Técnico en montaje de subestaciones	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Técnico electromecánico de construcción	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
Parqueteros y colocadores de pisos	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,67
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1									
Maestro eléctrico/linero/subestaciones	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro soldador especializado (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Operador de perforador (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Perifoneo (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en albañilería	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en obras civiles	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Maestro de obra	467,45	467,45	425,00		681,54	467,45	7.650,64	32,70	4,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3									
Inspector de obra	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor eléctrico general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor sanitario general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1									
Ingeniero Eléctrico	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Ingeniero Civil (Estructural, Hidráulico y Vial)	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Residente de Obra	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
LABORATORIO									
Laboratorista (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
TOPOGRAFÍA									
Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
DIBUJANTES									
Dibujante (En Construcción - Estr.Oc.C2)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09

OPERADORES Y MECANICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO DE EXCAVACION, CONSTRUCCION, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1									
Motoniñetadora	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Excavadora	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Grúa puente de elevación	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Pala de castillo	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Grúa estacionaria	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Draga/Dragline	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Tractor de carriles o ruedas (bulldozer, topador, roturador, malacate, tralla)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Tractor llende tubos (side bone)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Mototralla	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Cargadora frontal (Payloader, sobre ruedas u orugas)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Retroexcavadora	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Auto-tren cama baja (trayler)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Fresadora de pavimento asfáltico / Rotomil	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Recicladora de pavimento asfáltico / Rotomil	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Planta de emulsión asfáltica	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Máquina para sellos asfálticos	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Squiter	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Camión articulado con volteo (En Construcción)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Camión mezclador para micropavimentos	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Camión cisterna para cemento y asfalto (Adicional al traslado debe conectar los equipos para embarque y desembarque, monitorear equipo de presión)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Perforadora de brazos múltiples (jumbo)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Máquina tuneladora (topo)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Concretera rodante / migser (sic)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Máquina extendidora de adoquín	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Máquina zanjadora	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29

Nota: El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo, en los Acuerdos Ministeriales MDT-2021-276 y MDT-2021-277 de 21 y 22 de diciembre de 2021, respectivamente, que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2022.

REAJUSTE DE PRECIOS
SALARIOS MÍNIMOS POR LEY

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Operador responsable de planta hormigonera	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador responsable de planta trituradora	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador responsable de planta asfáltica	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de track drill	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de rodillo autopropulsado	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de distribuidor de asfalto	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de distribuidor de agregados	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de acabadora de pavimento de hormigón	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de grúa elevadora / canastilla elevadora	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de bomba impulsadora de hormigón, equipos móviles de planta, molino de amianto, planta dosificadora de hormigón, productos terminados (lanques moldeados, postes de alumbrado eléctrico, acabados de piezas afines)	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de tractor de ruedas (barredora, cegadora, rodillo remolcado, franjeadora)	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de caldero planta asfáltica	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de barredora autopropulsada	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de purtón neumático	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador compresor	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Camión de carga frontal (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador de camión de volteo con o sin articulación / Dumper (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador minicavadora/minicargadora con sus aditamentos	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Operador termoformado	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en carpintería	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en mantenimiento de viviendas y edificios	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3									
Operador máquina estacionaria clasificadora de material	448,66	448,66	425,00		654,18	448,66	7.360,70	31,46	3,93
Soldador en construcción	448,66	448,66	425,00		654,18	448,66	7.360,70	31,46	3,93
MECÁNICOS									
Mecánico de equipo pesado caminero (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Mecánico de equipo liviano (Estr.Oc.C3)	448,66	448,66	425,00		654,18	448,66	7.360,70	31,46	3,93
SIN TÍTULO									
Engrasador o abastecedor responsable en construcción (En Construcción - Estr.Oc.D2)	441,73	441,73	425,00		644,05	441,73	7.253,33	31,00	3,87

CHOFERES PROFESIONALES									
CHOFER: De vehículos de emergencia (Ambulancia, motobomba, carro sistema, entre otros - Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5 toneladas (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Tráiler (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Tanqueros (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Plataformas (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Otros camiones (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Para ferrocarriles (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Para auto ferros (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Camiones para transportar mercancías o sustancias peligrosas y otros vehículos especiales (Estr.Oc.C1)	653,27	653,27	425,00		952,47	653,27	10.523,25	44,97	5,62
CHOFER: Para transporte Escolares-Personal y turismo, hasta 45 pasajeros (Estr.Oc.C2)	646,41	646,41	425,00		942,47	646,41	10.417,21	44,52	5,56
CHOFER: Para camiones sin acoplados (Estr.Oc.C3)	631,19	631,19	425,00		920,28	631,19	10.161,94	43,51	5,44
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Operador de bomba lanzadora de concreto	467,44	467,44	425,00		661,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2									
Preparador de mezcla de materias primas	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Tubero (En Construcción)	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Resanador en general (En Construcción)	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Tinero de pasta de amianto	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83

OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO EN ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, AGROPECUARIAS Y AGROINDUSTRIALES									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Excavadora Grúa (Grupo A: operadores tabla 1)	441,35	441,35	425,00		643,49	441,35	7.247,39	30,97	3,87
Perforadora de pozos profundos o rodantes (Grupo A: operadores tabla 1)	441,35	441,35	425,00		643,49	441,35	7.247,39	30,97	3,87

Nota: El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo, en los Acuerdos Ministeriales MDT-2021-276 y MDT-2021-277 de 21 y 22 de diciembre de 2021, respectivamente; que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2022.

Anexos 13: Análisis de precios unitarios (APUS).

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 1

Código: -

Rend H/U. 1.9051

Descrip.: Replanteo y Nivelacion

Unidad: km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Equipo Topográfico	1	2.00000	2.00	1.905	3.81
Camioneta doble tracción	1	5	5.00	1.905	9.53
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	3.01
Subtotal de Equipo:					16.35

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Cadenero	4.00	3.83	15.32	1.905	29.19
Ayudante de topografía	2.00	3.87	7.74	1.905	14.75
CHOFER: Camioneta (Est. Oc. C1)	1.00	4.29	4.29	1.905	8.17
Topógrafo Estr. Oc. C1	1.00	4.29	4.29	1.905	8.17
Subtotal de Mano de Obra:					60.28

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Estacas de madera, topográfica L=60cm, D=8cm	u	75	0.35	26.25	
Testigos para topografía L=1.00m	u	75	0.60	45.00	
Lata de pintura Esmalte	u	2	6.57	13.14	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	89.77
Utilidad + Indirectos 35%	31.42
Precio Unitario Total	121.19

Son: SON CINTO VEINTIUNO CON 19/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 2

Código: -

Rend H/U. 1.4014

Descrip.: Desbroce, desbosque y limpieza

Unidad: ha

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Tractor 270 Hp	1	57.48000	57.48	1.401	80.55
Moto sierra	1	1	1.00	1.401	1.40
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.87
Subtotal de Equipo:					82.83

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	0.20	4.29	0.858	1.401	1.20
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	1.401	5.51
Operador de Tractor Estr. C2	1.00	4.09	4.09	1.401	5.73
Operador de equipos livianos Estr. D2	1.00	3.57	3.57	1.401	5.00
Subtotal de Mano de Obra:					17.44

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	100.27
-----------------------------	---------------

Utilidad + Indirectos 35%	35.09
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	135.37
------------------------------------	---------------

Son: SON CINTO TRINTA Y CINCO CON 37/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 3

Código: -

Rend H/U. 0.0167

Descrip.: Excavacion del suelo

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Retroexcavadora	1	25.00000	25.00	0.0167	0.42
Cargadora Frontal	1	30	30.00	0.0167	0.50
	-	-	-	-	
Subtotal de Equipo:					0.92

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0167	0.07
Operador de Retroexcavadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0167	0.07
Peón Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0167	0.06
Operador de cargadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0167	0.07
Subtotal de Mano de Obra:					0.20

Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	1.12
Utilidad + Indirectos 35%	0.39
Precio Unitario Total	1.51

Son: UNO CON 51/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 4

Código: -

Rend H/U. 0.1586

Descrip.: Excavacion para cunetas a maquina

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Retroexcavadora	1	25.00000	25.00	0.1586	3.97
	-	-	-	-	
Subtotal de Equipo:					3.97

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.1586	0.62
Operador de Retroexcavadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.1586	0.65
Peón Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.1586	0.61
Subtotal de Mano de Obra:					1.88

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	5.84
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	2.05
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	7.89
------------------------------------	-------------

Son: SIETE CON 89/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 5

Código: -

Rend H/U. 0.2083

Descrip.: Excavacion de alcantarillas

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Retroexcavadora	1	25.00000	25.00	0.2083	5.21
	-	-	-	-	
Subtotal de Equipo:					5.21

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.2083	0.82
Operador de Retroexcavadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.2083	0.85
Peón Estr. E2	0.50	3.83	1.915	0.2083	0.40
Subtotal de Mano de Obra:					2.07

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	7.28
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	2.55
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	9.82
------------------------------------	-------------

Son: NUEVE CON 82/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 6

Código: -

Rend H/U. 0.0115

Descrip.: Transporte de material excavado

Unidad: m3/km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Volqueta de 12 m3	1	24.62000	24.62	0.0115	0.28
Cargador Frontal	1	24.97000	24.97	0.0115	0.29
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.01
Subtotal de Equipo:					0.58

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0115	0.05
CHOFER: Volquetas Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0115	0.06
Operador de cargadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0115	0.05
Peón Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0115	0.04
Subtotal de Mano de Obra:					0.20

Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	0.78
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	0.27
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	1.05
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 05/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 7

Código: -

Rend H/U. 0.0084

Descrip.: Sub base clase III, e=40cm.

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Camion cisterna 6 m3, 200 Hp	1	32.34000	32.34	0.0084	0.27
Rodillo pata de cabra; 1.8m vibr	1	37.74000	37.74	0.0084	0.32
Motoniveladora	1	25.00000	25.00	0.0084	0.21
Subtotal de Equipo:					0.80

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0084	0.03
CHOFER: Volquetas Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0084	0.05
Operador de motoniveladora Estr. Oc. C1	1.00	4.09	4.09	0.0084	0.03
Operador de rodillo autopropulsado Estr. Oc. C2	1.00	4.09	4.09	0.0084	0.03
Peón Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0084	0.03
Subtotal de Mano de Obra:					0.18

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
SUB BASE CLASE 3	m3	1	11.53	11.53	
Subtotal de Materiales:					11.53

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
SUB BASE CLASE 3	Km	1	0.01	0.00	0.01
Subtotal de Transporte:					0.01

Costo Directo Total:	12.52
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	4.38
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	16.90
------------------------------------	--------------

Son: DIESISEIS CON 90/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 8

Código: -

Rend H/U. 0.0084

Descrip.: Cama de arena, e=40mm.

Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Camion cisterna 6 m3, 200 Hp	1	32.34000	32.34	0.0084	0.27
Rodillo pata de cabra; 1.8m vibr	1	37.74000	37.74	0.0084	0.32
Motoniveladora	1	25.00000	25.00	0.0084	0.21
Subtotal de Equipo:					0.80

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0084	0.03
CHOFER: Volquetas Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0084	0.05
Operador de motoniveladora Estr. Oc. C1	1.00	4.09	4.09	0.0084	0.03
Operador de rodillo autopropulsado Estr. Oc. C2	1.00	4.09	4.09	0.0084	0.03
Peón Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0084	0.03
Subtotal de Mano de Obra:					0.18

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Arena	m3	1	13.00	13.00	
Subtotal de Materiales:					13.00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Arenan	Km	1	0.01	0.00	0.01
Subtotal de Transporte:					0.01

Costo Directo Total:	13.99
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	4.90
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	18.89
------------------------------------	--------------

Son: DIESOCHO CON 89/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 9

Código: -

Rend H/U. 0.0012

Descrip.: Adoquinado Adoquin hexagonal de concreto f'c=400kg/cm2, e=80mm

Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Plataforma	1	32.34000	32.34	0.0012	0.04
Motoniveladora	1	37.74000	37.74	0.0012	0.05
Subtotal de Equipo:					0.08

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0012	0.00
CHOFER: Plataforma Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0012	0.01
Operador de motoniveladora Estr. Oc. C1	1.00	4.09	4.09	0.0012	0.00
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	1.00	4.29	4.29	0.000	0.00
Peón Estr. E2	2.00	3.83	7.66	0.0012	0.01
Subtotal de Mano de Obra:					0.03

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Adoquin exagonal f'c 400 kgf/cm2	u	20	0.35	7.00	
Subtotal de Materiales:					7.00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Adoquin exagonal f'c 400 kgf/cm2	Km	1	0.01	0.00	0.01
Subtotal de Transporte:					0.01

Costo Directo Total:	7.12
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	2.49
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	9.61
------------------------------------	-------------

Son: NUEVE CON 61/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 10

Código: -

Rend H/U. 0.0083

Descrip.: Transporte sub base clase III (dist=30km)

Unidad: m3/km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Volqueta de 12 m3	1	24.62000	24.62	0.0083	0.20
Cargador Frontal	1	24.97000	24.97	0.0083	0.21
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.01
Subtotal de Equipo:					0.42

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0083	0.03
CHOFER: Volquetas Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0083	0.05
Operador de cargadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0083	0.03
Peón Estr. E2	2.00	3.83	7.66	0.0083	0.06
Subtotal de Mano de Obra:					0.18

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Meriales:					0.00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	0.60
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	0.21
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	0.81
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 81/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 11

Código: -

Rend H/U. 0.0083

Descrip.: Transporte cama de arena (dist=30km)

Unidad: m3/km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Volqueta de 12 m3	1	24.62000	24.62	0.0083	0.20
Cargador Frontal	1	24.97000	24.97	0.0083	0.21
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.01
Subtotal de Equipo:					0.42

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0083	0.03
CHOFER: Volquetas Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0083	0.05
Operador de cargadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0083	0.03
Peón Estr. E2	2.00	3.83	7.66	0.0083	0.06
Subtotal de Mano de Obra:					0.18

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Meriales:					0.00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	0.60
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	0.21
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	0.81
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 81/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 12

Código: -

Rend H/U. 0.0083

Descrip.: Transporte de adoquines

Unidad: u/km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Plataforma	1	24.62000	24.62	0.0083	0.20
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.01
Subtotal de Equipo:					0.21

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Ayudante de maquinaria Estr. D2	1.00	3.93	3.93	0.0083	0.03
CHOFER: Plataforma Estr. Oc. C1	1.00	5.62	5.62	0.0083	0.05
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	1.00	4.29	4.29	0.008	0.04
Peón Estr. E2	2.00	3.83	7.66	0.0083	0.06
Subtotal de Mano de Obra:					0.18

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Subtotal de Materiales:					0.00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	0.39
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	0.14
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	0.53
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 48/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 13

Código: -

Rend H/U. 0.2635

Descrip.: Cuneta Triangular 1x0.30, hormigon simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paleteado(inc. Enc. y desenc.)

Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.71
Vibrador	1	3.00000	3.00	0.2635	0.79
Subtotal de Equipo:					1.50

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón Estr. E2	10.00	3.83	38.3	0.2635	10.09
Albañil Estr. D2	2.00	3.87	7.74	0.2635	2.04
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	1.00	4.29	4.29	0.264	1.13
Carpintero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	0.2635	1.02
Ayudante de Carpintero Estr. D2	1.00	3.83	3.83	0.2635	1.01
Subtotal de Mano de Obra:					14.28

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Hormigón premesclado f'c=210 kgf/cm2	m3	0.140	125.00	17.50	
Encofrado madera de monte cepillada	m2	1	5.33	5.33	
Subtotal de Meriales:					22.83

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	38.62
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	13.52
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	52.13
------------------------------------	--------------

Son: CINCUANTA Y DOS CON 13/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 14

Código: -

Rend H/U. 0.2635

Descrip.: Cuneta Triangular 0.2x0.30, hormigon simple f'c=210kg/cm2, e=10cm, paletado(inc. Enc. y desenc.)

Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.71
Vibrador	1	3.00000	3.00	0.2635	0.79
Subtotal de Equipo:					1.50

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Peón Estr. E2	10.00	3.83	38.3	0.2635	10.09
Albañil Estr. D2	2.00	3.87	7.74	0.2635	2.04
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	1.00	4.29	4.29	0.264	1.13
Carpintero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	0.2635	1.02
Ayudante de Carpintero Estr. D2	1.00	3.83	3.83	0.2635	1.01
Subtotal de Mano de Obra:					14.28

Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Hormigón premesclado f'c=210 kgf/cm2	m3	0.050	125.00	6.25
Encofrado madera de monte cepillada	m2	1	5.33	5.33
Subtotal de Meriales:				11.58

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	27.37
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	9.58
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	36.94
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y SEIS CON 94/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 15

Código: -

Rend H/U. 0.049

Descrip.:

Instalacion de tuberia de PVC D=500mm

Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.09
Subtotal de Equipo:					0.09

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Inspector de Obra Estr. Oc. B3	0.50	4.30	2.15	0.0490	0.11
Plomero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	0.0490	0.19
Ayudante de Plomero Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0490	0.19
Peón Estr. E2	10.00	3.83	38.3	0.0490	1.88
Subtotal de Mano de Obra:					1.88

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubo de PVC; DN: 540mm; 4 kPa RA	m	1.000	30.83	30.83	
Lubricante vegetal para tuberia PVC	kg	0.17	2.10	0.36	
Subtotal de Meriales:				31.19	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	33.16
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	11.61
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	44.77
------------------------------------	--------------

Son: CUARENTA Y CUATRO CON 77/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 16

Código: -

Rend H/U. 0.049

Descrip.:

Instalacion de tuberia de PVC D=600mm

Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	0.09
Subtotal de Equipo:					0.09

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Inspector de Obra Estr. Oc. B3	0.50	4.30	2.15	0.0490	0.11
Plomero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	0.0490	0.19
Ayudante de Plomero Estr. E2	1.00	3.83	3.83	0.0490	0.19
Peón Estr. E2	10.00	3.83	38.3	0.0490	1.88
Subtotal de Mano de Obra:					1.88

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Tubo de PVC; DN: 650mm; 4 kPa RA	m	1.000	31.67	31.67	
Lubricante vegetal para tuberia PVC	kg	0.17	2.10	0.36	
Subtotal de Meriales:					32.02

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	33.99
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	11.90
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	45.89
------------------------------------	--------------

Son: CUARENTA Y CINCO CON 89/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 17

Código: -

Rend H/U. 7.221

Descrip.:

Señal regulatia de 600x600mm

Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	2.78
Subtotal de Equipo:					2.78

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Fierrero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	7.2210	27.95
Ayudante de fierreto Estr. E2	1.00	3.83	3.83	7.2210	27.66
Subtotal de Mano de Obra:					55.60

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Señalética marco de aluminio de 600x600mm retroreflexiva	u	1.000	90.50	90.50	
Hormigón premezclado	m3	0.03	110.00	2.97	
Subtotal de Meriales:					93.47

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	151.85
-----------------------------	---------------

Utilidad + Indirectos 35%	53.15
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	205.00
------------------------------------	---------------

Son: DOSIENTOS CINCO CON 00/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 18

Código: -

Rend H/U. 7.221

Descrip.:

Señal preventiva de 600x600mm

Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	2.78
Subtotal de Equipo:					2.78

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Fierrero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	7.2210	27.95
Ayudante de fierreto Estr. E2	1.00	3.83	3.83	7.2210	27.66
Subtotal de Mano de Obra:					55.60

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Señalética marco de aluminio de 600x600mm retroreflexiva	u	1.000	90.50	90.50	
Hormigón premezclado	m3	0.03	110.00	2.97	
Subtotal de Meriales:					93.47

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	151.85
-----------------------------	---------------

Utilidad + Indirectos 35%	53.15
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	205.00
------------------------------------	---------------

Son: DOSIENTOS CINCO CON 00/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 19

Código: -

Rend H/U. 7.221

Descripción:

Señal informativas

Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	2.78
Subtotal de Equipo:					2.78

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Fierrero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	7.2210	27.95
Ayudante de fierreto Estr. E2	1.00	3.83	3.83	7.2210	27.66
Subtotal de Mano de Obra:					55.60

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Señalética marco de aluminio de 1200x600mm retroreflexiva	u	1.000	120.00	120.00	
Hormigón premezclado	m3	0.03	110.00	2.97	
Subtotal de Meriales:					122.97

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	181.35
-----------------------------	---------------

Utilidad + Indirectos 35%	63.47
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	244.82
------------------------------------	---------------

Son: DOSIENTOS CUARENTA Y CUATRO CON 82/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 20

Código: -

Rend H/U. 7.221

Descrip.:

Delineadores Horizontales 600x750mm

Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor (5% M.O)	-	-	-	-	2.78
Subtotal de Equipo:					2.78

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Fierrero Estr. D2	1.00	3.87	3.87	7.2210	27.95
Ayudante de fierreto Estr. E2	1.00	3.83	3.83	7.2210	27.66
Subtotal de Mano de Obra:					55.60

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Señalética marco de aluminio de 600x750mm retroreflexiva	u	1.000	105.00	105.00	
Hormigón premezclado	m3	0.03	110.00	2.97	
Subtotal de Meriales:					107.97

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	166.35
-----------------------------	---------------

Utilidad + Indirectos 35%	58.22
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	224.57
------------------------------------	---------------

Son: DOSIENTOS VENITE Y CUATRO CON 57/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 21

Código: -

Rend H/U. 0.0448

Descrip.:

Marca de via, (línea continua)

Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Franjadora	1	3.32000	3.32	0.0448	0.15
Camion mediano	1	8.00000	8.00	0.0448	0.36
Camioneta doble tracción	2	5.00000	10.00	0.0448	0.45
Ecoba autopropulsora	1	6.72000	6.72	0.0448	0.30
Subtotal de Equipo:					1.26

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Operador de franjadora Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0448	0.18
Operador de barredora autopropulsada Estr. C2	1.00	4.09	4.09	0.0448	0.18
CHOFER: Camioneta (Est. Oc. C1)	3.00	4.29	12.87	0.045	0.58
Ayudante de maquinaria Estr. D2	2.00	3.93	7.86	0.0448	0.35
Peón Estr. E2	3.00	3.83	11.49	0.0448	0.51
Subtotal de Mano de Obra:					1.81

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Pintura de trafico	gl	0.010	28.61	0.29	
Diluyente	gl	0.010	7.31	0.07	
Subtotal de Materiales:				0.36	

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	3.43
-----------------------------	-------------

Utilidad + Indirectos 35%	1.20
----------------------------------	-------------

Precio Unitario Total	4.62
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 62/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 22

Código: -

Rend H/U. 0.5

Descrip.:

Bordillos de hormigón simple f'c=180 kgf/cm2

Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor 10% M.O.					2.46
Vibrador	1	3.75000	3.75	0.5000	1.88
Subtotal de Equipo:					4.33

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	2.50	4.29	10.725	0.5000	5.36
Peón Estr. E2	8.00	3.83	30.64	0.5000	15.32
Albañil Estr. D2	2.00	3.87	7.74	0.500	3.87
Subtotal de Mano de Obra:					24.55

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Hormigón premezclado	m3	0.060	110.00	6.60	
Encofrado metalico	U	0.417	62.50	26.04	
Subtotal de Meriales:					32.64

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	61.52
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	21.53
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	83.06
------------------------------------	--------------

Son: OCHENTA Y TRES CON 06/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Análisis de Precios Unitarios

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de Mejoramiento Vial de la vía a San Luis de Aloguincho , km 1+822-3+382, ubicado en la parroquia rural Atahualpa, canton Quito, Provincia de Pichincha

Elaborado por:

Andrea Bravo, Carlos Guevara

Fecha

Mayo 2022

Item: 22

Código: -

Rend H/U. 0.5

Descrip.:

Bermas de confinamiento

Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendim.	Total
Herramienta menor 10% M.O.					1.88
Vibrador	1	3.75000	3.75	0.5000	1.88
Subtotal de Equipo:					3.76

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Costo Hora	Rendim.	Total
Maestro mayor en ejecución de obras civiles Estr. C1	2.50	4.29	10.725	0.5000	5.36
Peón Estr. E2	5.00	3.83	19.15	0.5000	9.58
Albañil Estr. D2	2.00	3.87	7.74	0.500	3.87
Subtotal de Mano de Obra:					18.81

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Total	
Hormigón premezclado	m3	0.045	110.00	4.95	
Encofrado metalico	U	0.417	62.50	26.04	
Subtotal de Meriales:					30.99

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0.00

Costo Directo Total:	53.55
-----------------------------	--------------

Utilidad + Indirectos 35%	18.74
----------------------------------	--------------

Precio Unitario Total	72.30
------------------------------------	--------------

Son: SETENTA Y DOS CON 30/100 DÓLARES

NOTA: Estos precios no incluyen iva

Anexos 14: Cronograma valorado plan de manejo ambiental

Cronograma Valorado del Plan de Manejo Ambiental de la parroquia rural Atahualpa

Programa	Código	Medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Presupuesto
	PPM		Plan de prevención y mitigación												
Programa de prevención y control de contaminación del aire	PPM-01	Realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria													\$ 75.00
	PPM-02	Utilizar un tanquero de agua para mantener húmeda el área donde se va a realizar el proyecto, según lo estipula el Ministerio de Obras públicas en el enunciado 205 - (1) Agua para control de polvo													\$ 360.00
	PPM-03	Cubrir las volquetas que transportan adoquines con lona hasta el sitio de construcción del proyecto													\$ 50.00

	PPM-04	Recubrir el material de construcción con lonas, toldos o plásticos para protegerlo de la lluvia y viento													\$ 30.00
	PPM-05	Exigir que los vehículos de servicio tengan su respectivo certificado de revisión técnicomecánica vigente, según el Art. 309 - Reglamentos a la ley de transporte terrestre tránsito y seguridad vial													\$ 345.00
Programa de prevención y control de contaminación del agua	PPM-06	Instalar servicios higiénicos para el manejo de residuos líquidos													\$ 240.00
Programa de prevención y control de contaminación de suelos	PPM-07	Controlar que la maquinaria se encuentren en buen estado, por medio del certificado de la CORPAIRE													\$ 862.00
	PPM-08	Almacenar los combustibles solo en recipientes adecuados para tal propósito en cantidades mínimas, según los lineamientos del Art 25 del RAOHE													\$ 200.00
	PPM-09	Utilizar amortiguadores en la maquinaria y vehículos para mitigar las vibraciones													\$ 150.00

	PMD		Plan de manejo de desechos															
Programa de manejo de desechos sólidos no peligrosos	PMD-01	Recoger y transportar estos residuos a una fosa para su biodegradación en abono																\$ 240.00
	PMD-02	Implementar recipientes de almacenamiento de colores según la norma INEN2841, para una correcta separación y reciclaje																\$ 30.00
	PMD-03	Entregar los retazos de adoquín a gestores autorizados para reutilizarlos																\$ 100.00
Programa de manejo de desechos sólidos peligrosos	PMD-04	Almacenar estos residuos en recipientes herméticos, debidamente marcados y rotulados como peligrosos y se deben colocar en lugares libres de humedad y de calor excesivo																\$ 96.00
	PMD-05	Entregar los desechos peligrosos a gestores autorizados por la autoridad. De acuerdo al Art. 88 del Acuerdo Ministerial No. 061, para una apropiada gestión de desechos, según el Acuerdo Ministerial 161, Art .178																\$ 120.00
	PCC		Plan de comunicación y capacitación															

	PRC-06	Establecer mecanismos de atención oportuna ante quejas que presente la comunidad durante el mejoramiento de la vía																\$	-	
PC			Plan de contingencia																	
Programa de contingencia	PC-01	Realizar un programa de inspección y mantenimiento en la maquinaria para prevenir incendios, según lo indica la NTE-INEN-739 y el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.																	\$	20.00
	PC-02	Elaborar un reporte de accidentes y daños en el área de mejoramiento de la vía																	\$	10.00
	PC-03	Evacuar al personal a un sector seguro al identificar la existencia de alguna maquinaria afectada, por producto del deslizamiento																	\$	-
	PC-04	Entrega del material de protección personal a los trabajadores que se encargan del mejoramiento de la vía																	\$	120.00
	PC-05	Llevar un registro de los centro de salud más cercanos al proyecto donde se realiza el mejoramiento de la vía																	\$	-

	PC-06	Dotar de un botiquín de primeros auxilios con los implementos necesarios para solventar cualquier emergencia																\$ 30.00
	PC-07	Realizar simulacros de evacuación y actuación en casos de emergencia de acuerdo con el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres																\$ -
	PC-08	Disponer señalética con información acerca de números de emergencia , que hacer ante un desastre, tener en cuenta las rutas de evacuación y sitios seguros, según la norma INEN-ISO 3864-1.																\$ 25.00
	PC-09	Mantener un kit anti derrames que incluya herramientas de recolección y material adsorbente, acorde a la norma NTE INEN 2266:2013 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.																\$ 35.00

	PC-10	Realizar revisiones periódicas a la maquinaria para evitar fugas de aceites y combustible, según el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Capítulo IV de Utilización y mantenimiento de máquinas Art. 92																	\$ 20.00
PSS			Plan de seguridad y salud ocupacional																
	PSS-01	Mantener con su respectiva señalética de seguridad las áreas del proyecto de mejoramiento de la vía para prevenir posibles accidentes, de acuerdo a la NTE INEN - ISO 3864-1:2013 de Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad.																	\$ 25.00
	PSS-02	Identificar y controlar los riesgos de salud y seguridad según la función de cada trabajador																	\$ -
	PSS-03	Controlar el estado de la maquinaria de acuerdo al Art. 92 de Mantenimiento de máquinas del Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.																	\$ 100.00

	PSS-04	Organizar un comité de seguridad e higiene del trabajo integrado por trabajadores y empleadores de acuerdo al Art.14 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente																\$	-	
	PSS-05	Entregar un adecuado equipo de protección personal de acuerdo a las características de cada puesto de trabajo, de acuerdo al Decreto Ejectivo 2393																		
	PSS-06	Reportar los accidentes de trabajo laboral ante el IESS																\$	-	
	PSS-07	Prohibir el ingreso del personal que se encuentre bajo efectos del alcohol y sustancias estupefacientes.																\$	-	
	PSS-08	Realizar exámenes médicos a los trabajadores antes de realizar el proyecto y de forma periódica una vez puesto en marcha el proyecto, según el Art. 14 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo																	\$	50.00

	PSS-09	Realizar pruebas psicológicas antes de ingresar al trabajo y de forma periodica según el Art. 26 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo													\$ 25.00
PMS			Plan de monitoreo y seguimiento												
Programa de Monitoreo	PMS-01	Ejecutar monitoreos de calidad del aire con los parámetros establecidos en el Acuerdo Ministerial 097													\$ 450.00
	PMS-02	Inspeccionar y monitorear los niveles de ruido en el área donde se dará el mejoramiento de la vía, de acuerdo al Art 5 -6 , del Decreto Ejecutivo 2393 (Límites máximos de presión sonora)												\$ 450.00	
	PMS-03	Establecer un programa de monitoreo de ruido en conjunto con un laboratorio acreditado por el SAE.													
	PMS-04	Realizar estudios por medio de muestreos, para conocer las especies presentes, aspectos ecológicos, determinación de bioindicadores, según lo indica el Art. 210 De evaluación ambiental del Acuerdo Ministerial N° 28												\$ 450.00	
	PMS-05	Realizar monitoreos del sistema de almacenaje y disposición final de desechos, para evitar su acumulación de acuerdo al Art.67 del Decreto Ejecutivo 2393												\$ 150.00	

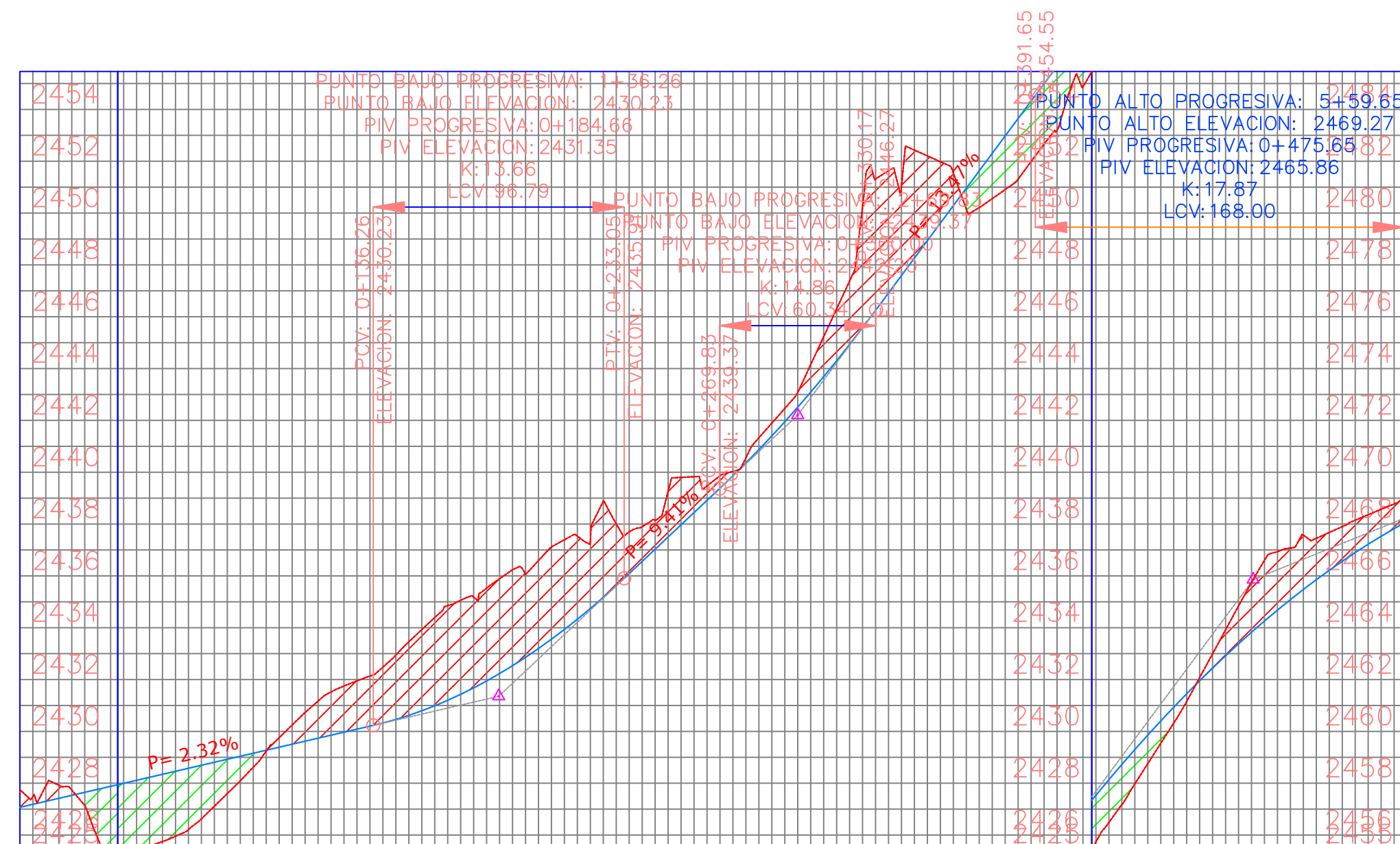
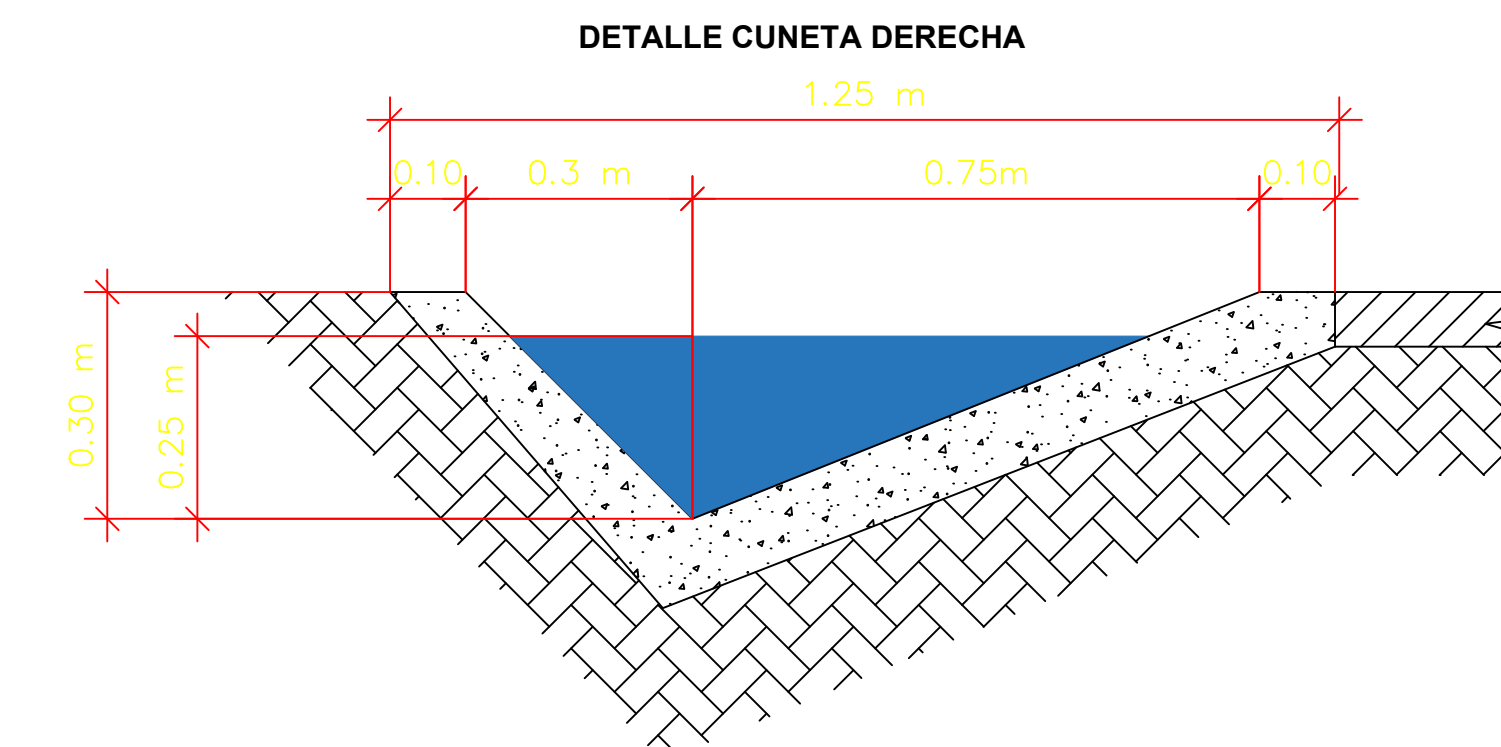
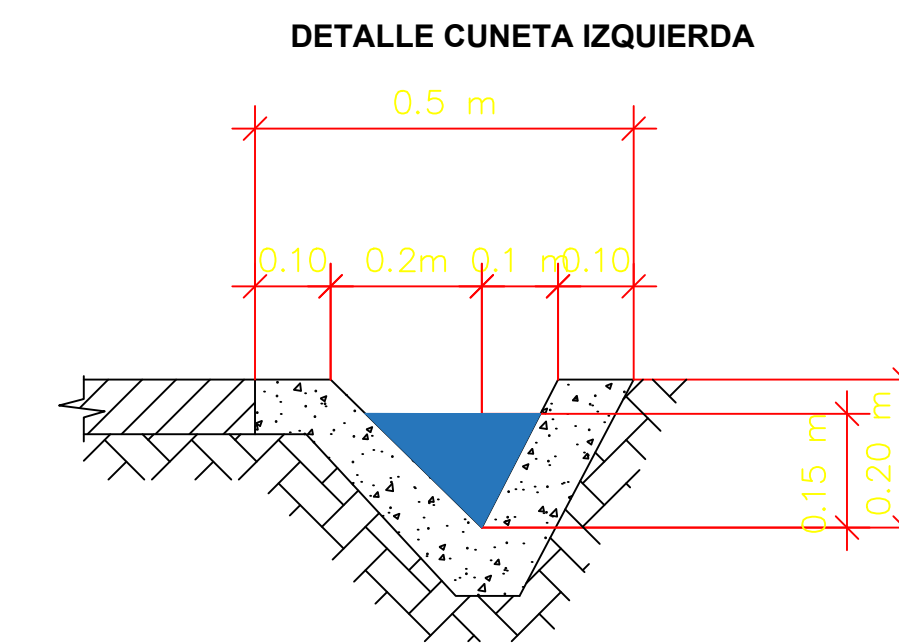
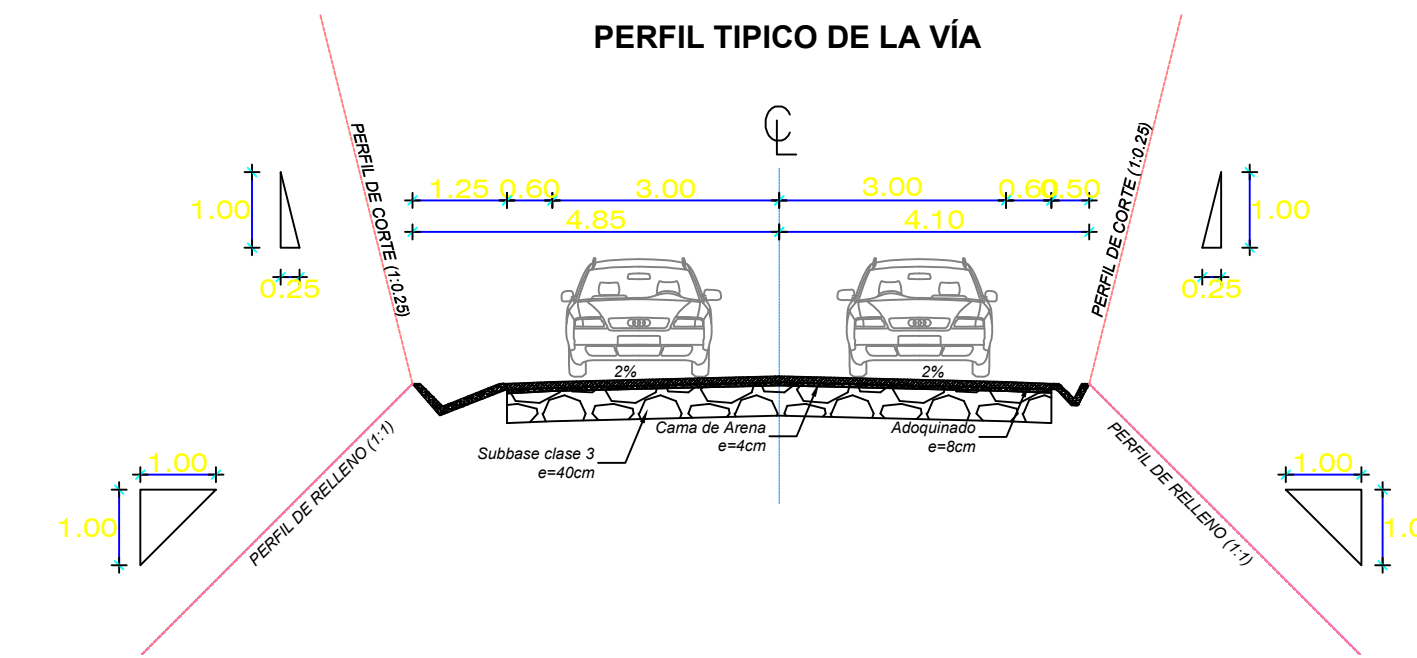
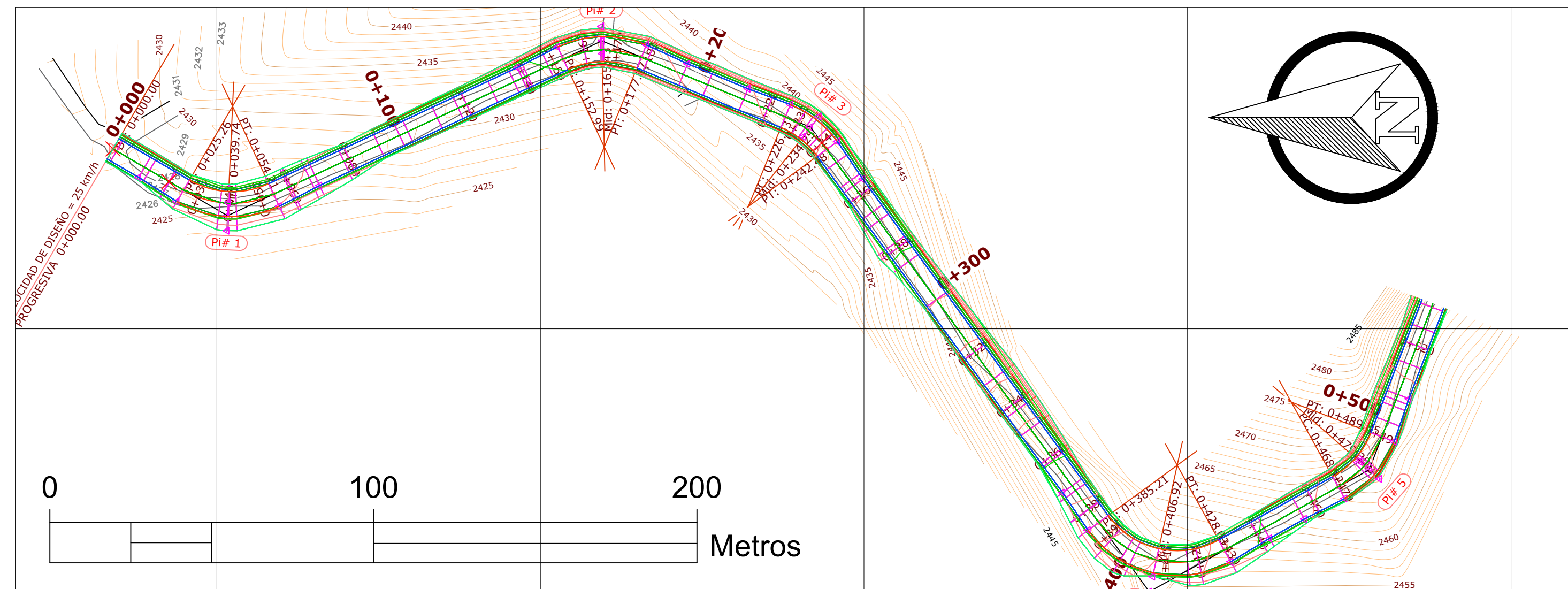
	PMS-06	Evaluar a los gestores de desechos peligrosos para verificar que sean competentes en la gestión de este tipo de desechos esto en conformidad al Art. 237 del COA													\$ 300.00
Programa de Seguimiento	PMS-07	Examinar el cumplimiento del Plan de Monitoreo Ambiental, para implementar medidas correctivas.													\$ 20.00
	PMS-08	Mantener una cobertura de riesgo ambiental, para enfrentar posibles incumplimientos del PMA, según la Autoridad Ambiental responsable													\$ 150.00
	PMS-09	Realizar el seguimiento del cumplimiento del PMA, mediante auditorías internas para evitar sanciones al momento de una auditoría externa													\$ 20.00
	PMS-10	Presentar a la Autoridad Ambiental una auditoría de cumplimiento con la finalidad de obtener la licencia ambiental que incluya el permiso de funcionamiento del Cuerpo de Bomberos													\$ 200.00
PRA			Plan de rehabilitación de área												
Programa de rehabilitación del área	PRA-01	Realizar una evaluación de las áreas que fueron afectadas por el mejoramiento de la vía, permitiendo identificar la necesidad de realizar procesos de rehabilitación													\$ 30.00

	PRA-06	Estimar el número de especies botánicas a plantarse en las áreas a ser revegetadas, según el Art. 397 de la Constitución del Ecuador															\$ 20.00
PCA			Plan de cierre y abandono														
Programa de cierre y abandono	PCA-01	Realizar una limpieza de las áreas donde se realizó el mejoramiento de la vía, de acuerdo con el Art. 139 del Plan de cierre del Acuerdo Ministerial N° 28															\$ 50.00
	PCA-02	Incorporar especies botánicas (árboles y arbustos), durante el cierre del proyecto, para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus características como indica el Art. 397 de la Constitución del Ecuador															\$ 150.00
	PCA-03	Entregar los residuos a gestores ambientales, escombreras autorizada o recolección municipal, según sea el caso.															\$ 120.00
	PCA-04	Informar a la Autoridad Ambiental con anticipación sobre el cierre del proyecto de mejoramiento de la vía, según lo establecido en el Art. 134 del plan de cierre del Acuerdo Ministerial N° 061															\$ 20.00
	PCA-05	Realizar informes o auditorias ambientales referentes al cierre, según lo establecido en el Art. 43 de cierre de operaciones según el Acuerdo Ministerial N° 061															\$ 200.00

ANEXOS 15

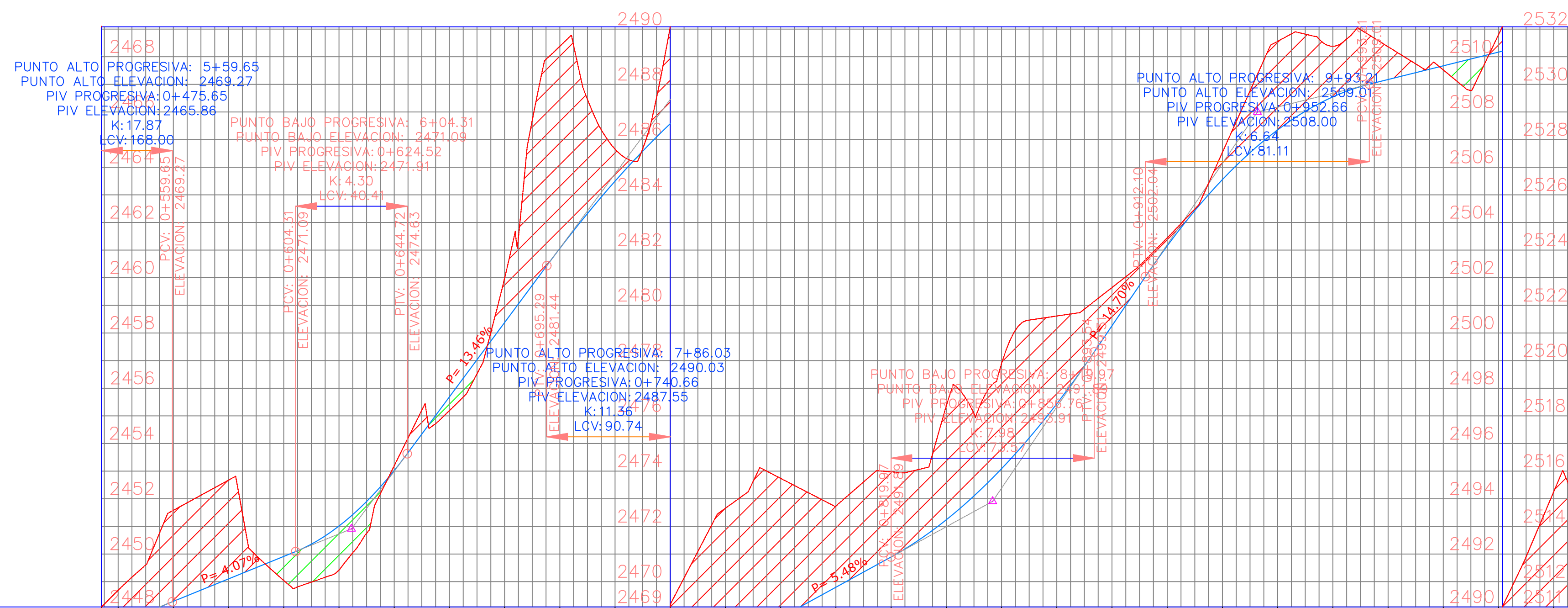
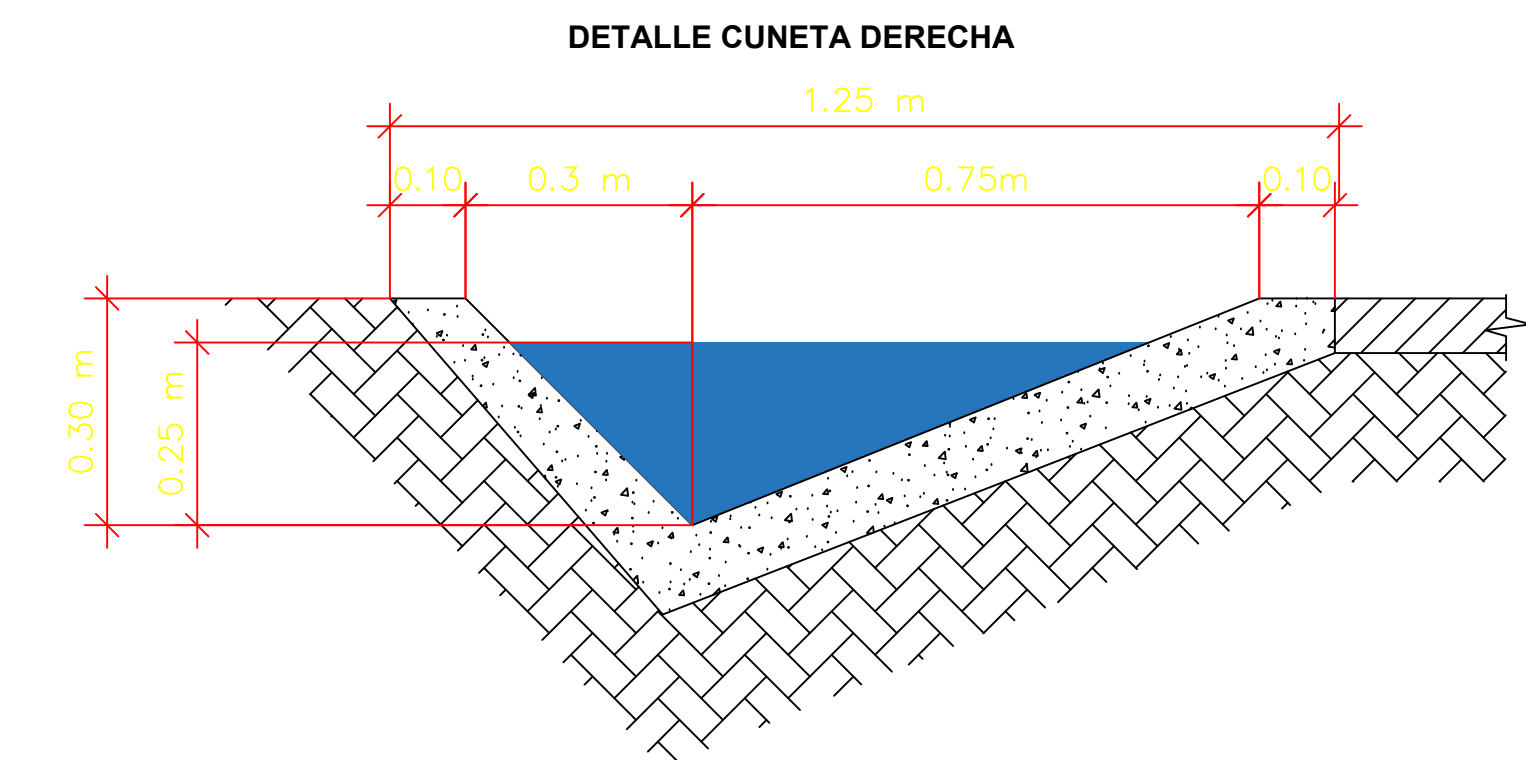
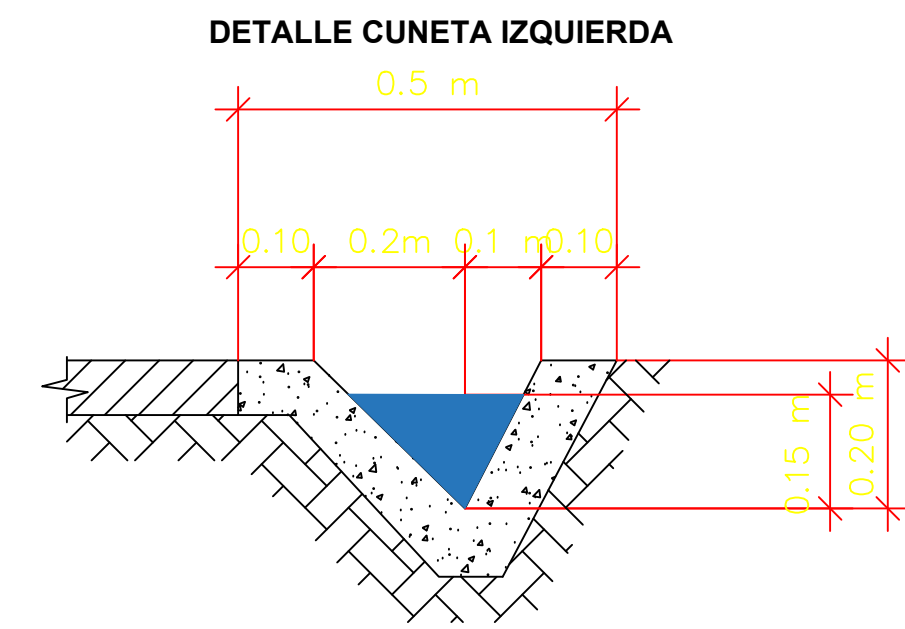
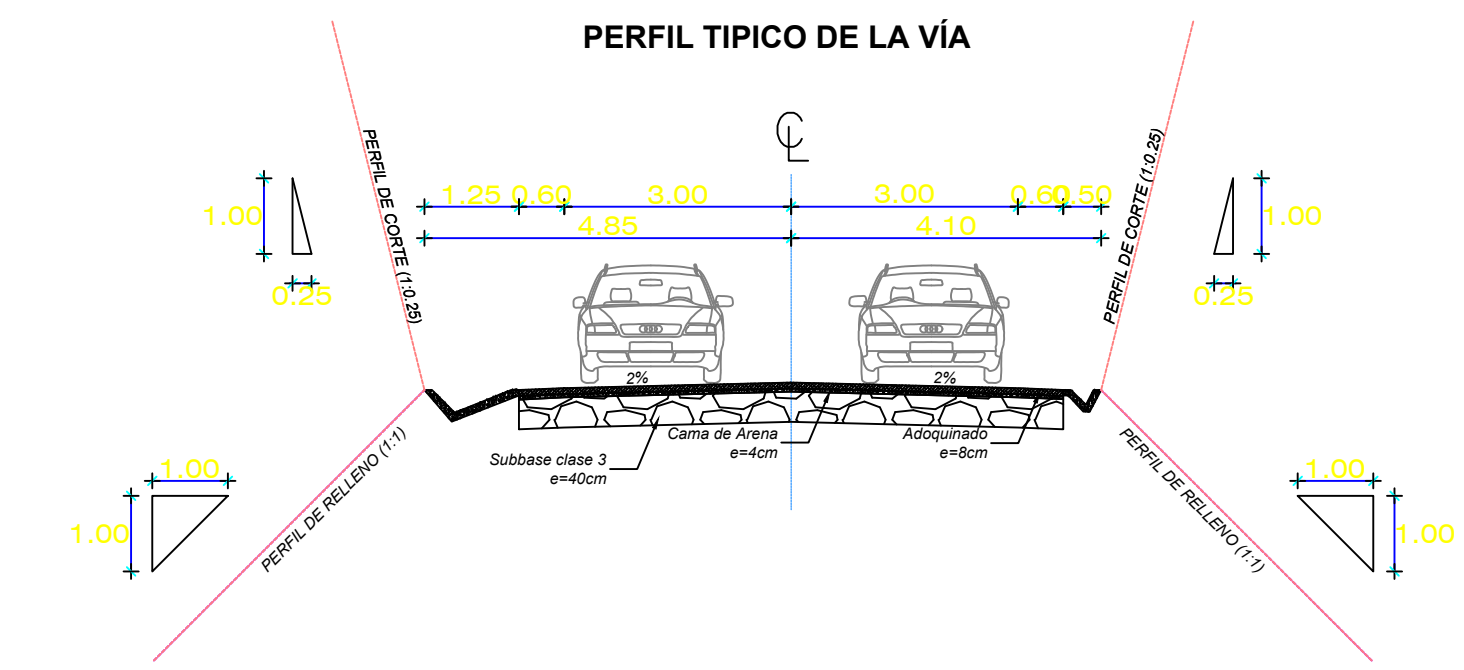
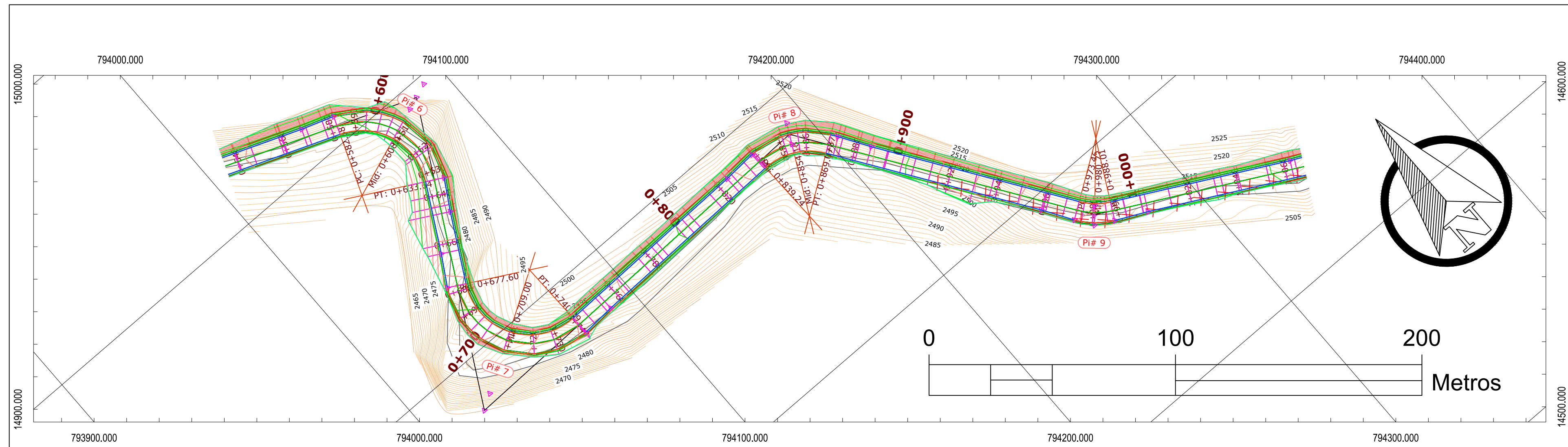
PLANOS

- Planta y perfil trasversal de la vía
- Secciones trasversales
- Diseño de Señalización



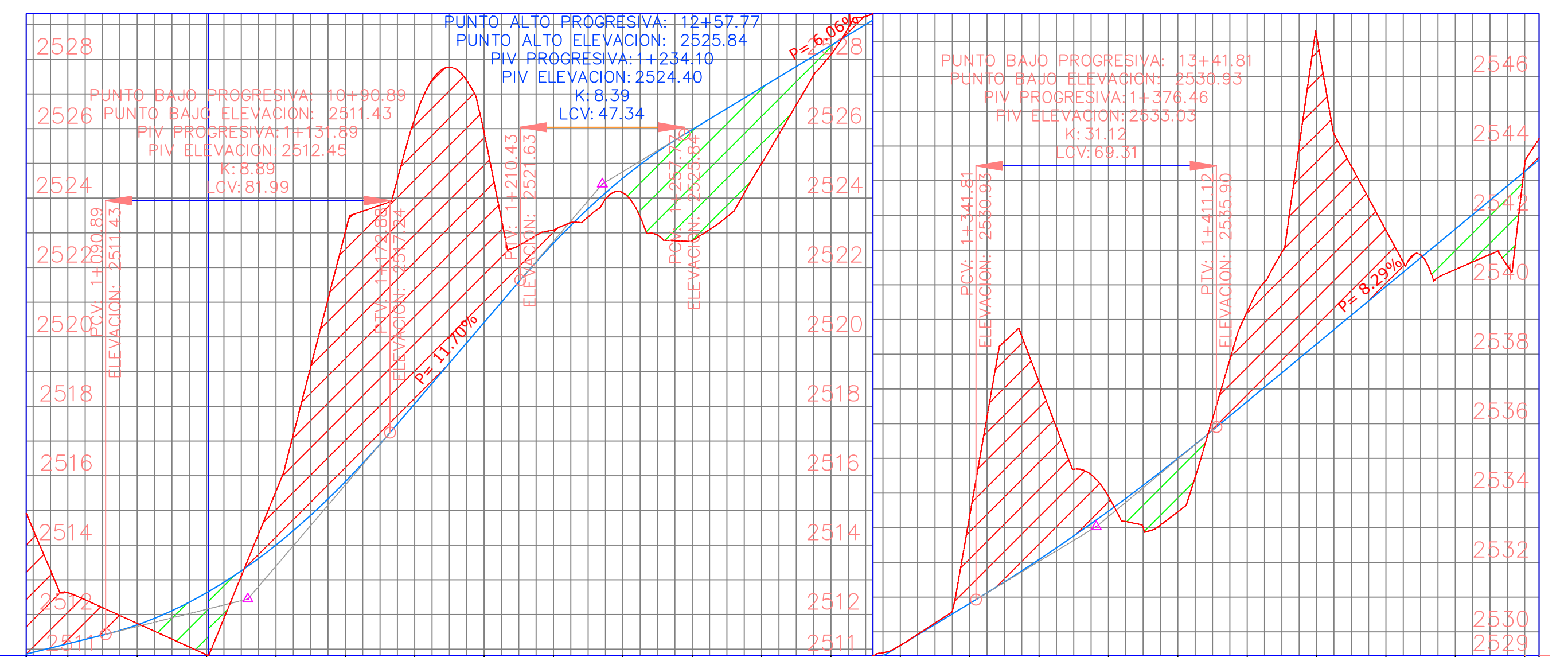
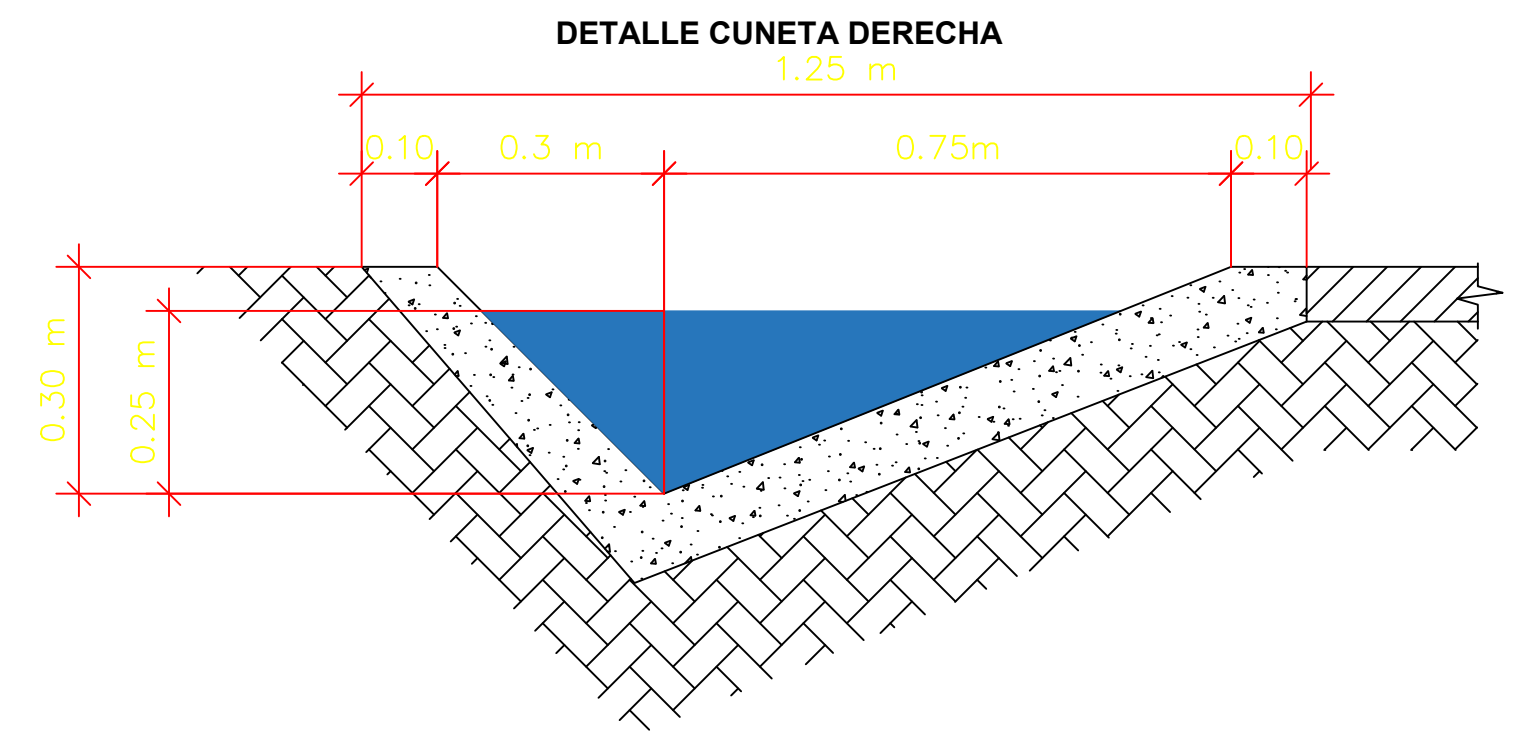
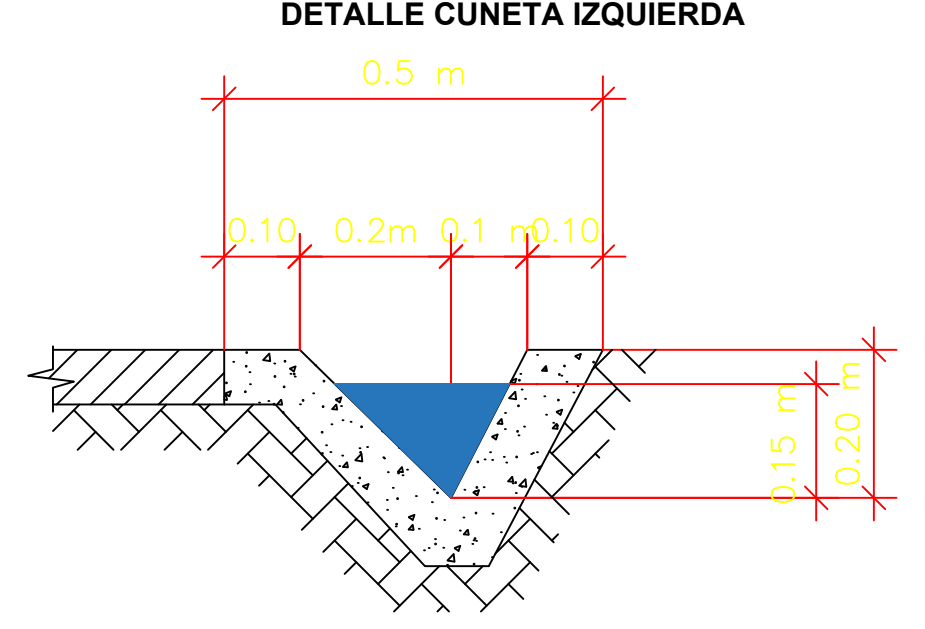
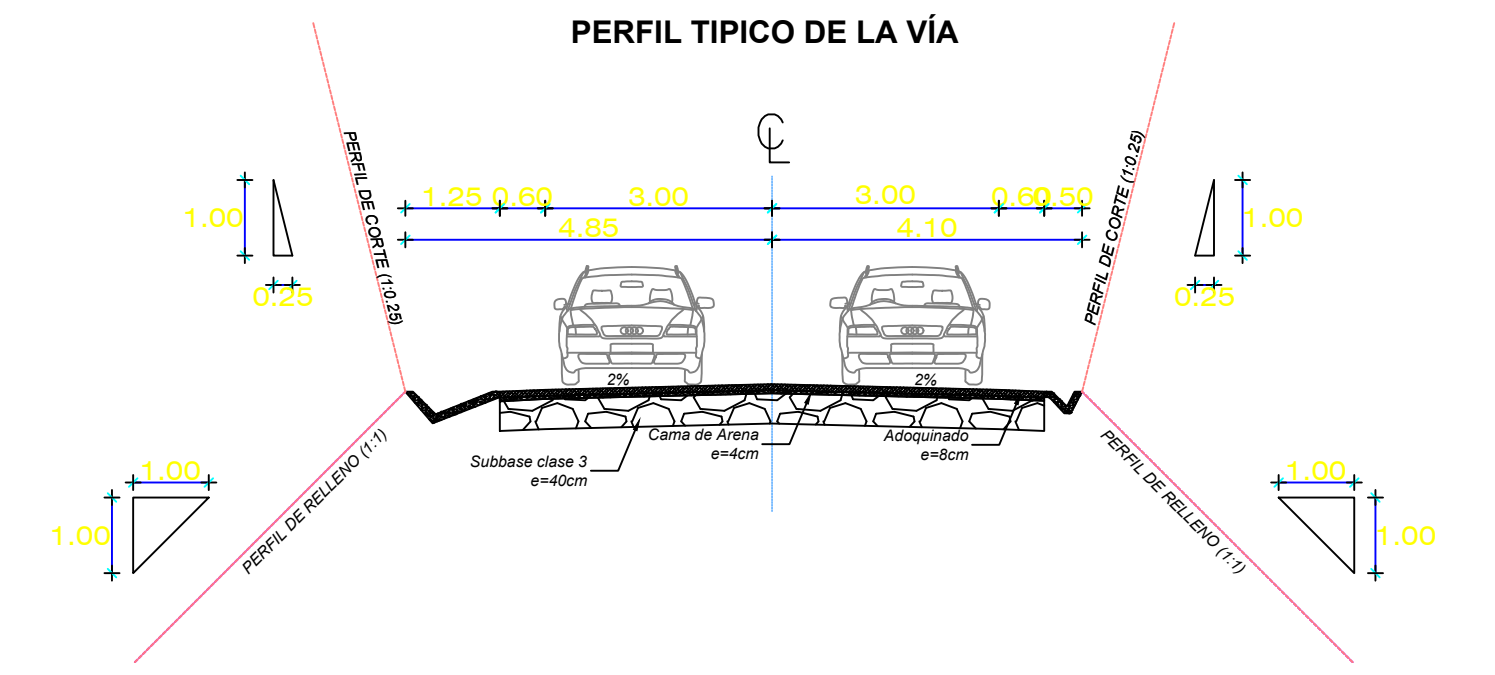
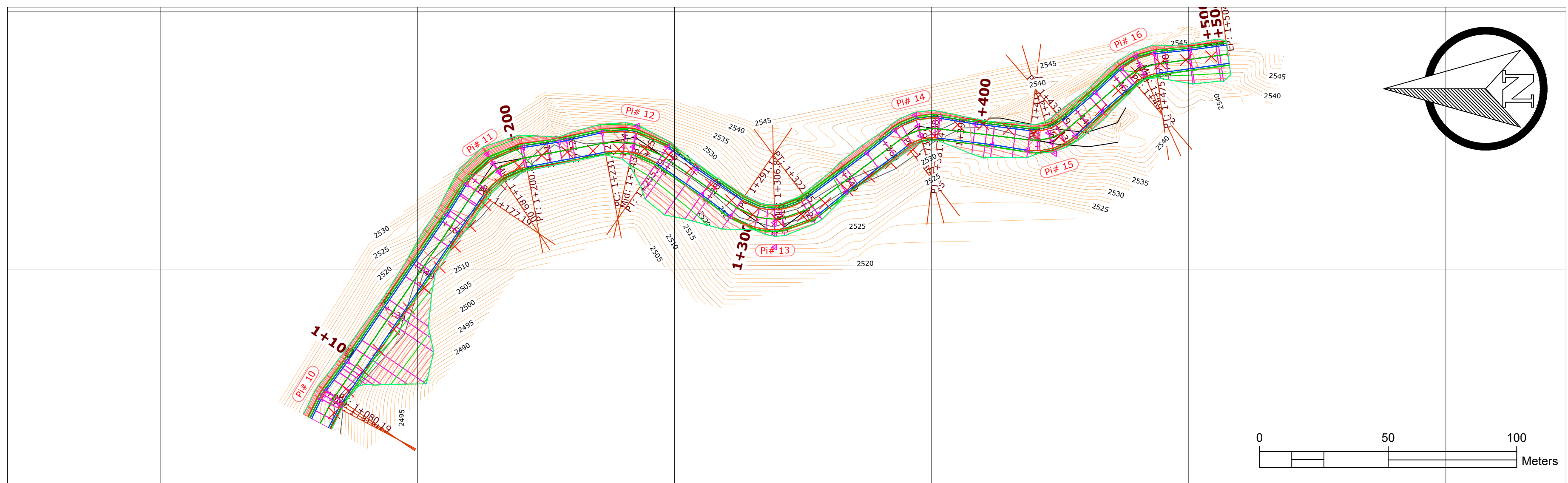
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+534
COTA TERRENO	2427.67	2427.74	2425.47	2425.95	2427.60	2429.76	2431.52	2432.48	2434.39	2435.53	2436.59	2437.25	2437.90	2439.83	2440.56	2443.08	2447.38	2451.02	2451.55	2450.91	2453.20	2456.48	2459.54	2463.00	2466.60	2467.45	2468.36	2469.08
COTA RASANTE	2427.67	2427.53	2428.00	2428.46	2428.93	2429.39	2429.85	2430.32	2430.99	2431.95	2433.20	2434.74	2436.56	2438.44	2440.36	2442.51	2444.93	2447.59	2450.28	2452.98	2455.65	2458.14	2460.40	2462.44	2464.26	2465.85	2467.22	2468.05
CORTE	0.60	0.20			0.37	1.67	2.16	3.40	3.58	3.39	2.51	1.34	1.39	0.20	0.57	2.45	3.43	1.26		0.55	2.34	1.60	1.14				1.04	
RELLENO		2.52	2.51	1.32															2.07	2.45	1.66	0.86						

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA												
Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	e	C	PI	PC	PT	PI NORTE
Pi# 1	S2° 36' 31"W	55°17'38"	30.00	15.71	28.95	27.84	3.87	3.43	0+040.98	0+025.26	0+054.21	15296.69
Pi# 2	S1° 16' 40"E	47°31'16"	30.00	13.21	24.88	24.17	2.78	2.54	0+166.19	0+152.99	0+177.87	15180.99
Pi# 3	S38° 11' 26"W	31°24'57"	30.00	8.44	16.45	16.24	1.16	1.12	0+234.46	0+226.03	0+242.48	15116.50
Pi# 4	S12° 26' 16"W	82°55'17"	30.00	26.51	43.42	39.73	10.03	7.52	0+411.72	0+385.21	0+428.63	15011.80
Pi# 5	S49° 00' 24"E	39°58'03"	30.00	10.91	20.93	20.51	1.92	1.81	0+479.83	0+468.92	0+489.85	14943.86
Pi# 6	S20° 13' 59"E	97°30'54"	30.00	34.22	51.06	45.12	15.51	10.22	0+616.80	0+582.58	0+633.64	14894.43
Pi# 7	S31° 26' 19"E	119°55'33"	30.00	51.88	62.79	51.94	29.93	14.98	0+729.48	0+677.60	0+740.39	14780.16
Pi# 8	S62° 55' 03"E	56°58'05"	30.00	16.28	29.83	28.61	4.13	3.63	0+855.52	0+839.24	0+869.07	14784.24
Pi# 9	S48° 19' 45"E	27°47'30"	30.00	7.42	14.55	14.41	0.90	0.88	0+980.88	0+973.46	0+988.01	14678.60
Pi# 10	S58° 59' 10"E	6°28'41"	30.00	1.70	3.39	3.39	0.05	0.05	1+078.50	1+076.80	1+080.19	14632.97
Pi# 11	S33° 11' 03"E	45°07'32"	30.00	12.46	23.63	23.02	2.49	2.30	1+189.66	1+177.19	1+200.82	14570.41
Pi# 12	S12° 04' 27"W	45°23'28"	30.00	12.55	23.77	23.15	2.52	2.32	1+244.47	1+231.92	1+255.69	14515.25
Pi# 13	S1° 06' 17"E	71°44'55"	25.00	18.08	31.31	29.30	5.85	4.74	1+309.22	1+291.14	1+322.45	14460.97
Pi# 14	S15° 00' 05"E	43°57'18"	20.00	8.07	15.34	14.97	1.57	1.45	1+374.07	1+366.00	1+381.34	14405.29
Pi# 15	S16° 50' 44"E	47°38'37"	20.00	8.83	16.63	16.16	1.86	1.70	1+425.59	1+416.76	1+433.39	14353.36
Pi# 16	S24° 16' 34"E	32°46'57"	20.00	5.88	11.44	11.29	0.85	0.81	1+470.11	1+464.23	1+475.67	14318.81



PROGRESIVA	0+534	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040	1+060	1+668
COTA TERRENO	2469.08	2469.69	2472.58	2473.67	2470.04	2470.42	2474.19	2476.19	2480.99	2489.38	2485.66	2490.10	2493.66	2494.74	2493.74	2494.97	2497.36	2498.89	2500.61	2501.64	2503.44	2506.54	2510.56	2510.38	2510.36	2509.52	2510.80	2515.25	2514.92
COTA RASANTE	2468.05	2468.37	2469.29	2470.10	2470.91	2472.01	2474.02	2476.69	2479.38	2482.06	2484.50	2486.58	2488.31	2489.69	2490.80	2491.89	2493.24	2495.09	2497.44	2500.26	2503.15	2505.55	2507.35	2508.55	2509.17	2509.67	2510.17	2510.66	2510.86
CORTE	1.04	1.32	3.29	3.57			0.17		1.61	7.31	1.16	3.52	5.35	5.05	2.94	3.08	4.12	3.81	3.18	1.38	0.29	0.98	3.20	1.83	1.19		0.63	4.59	4.06
RELLENO					0.87	1.59		0.50																	0.15				

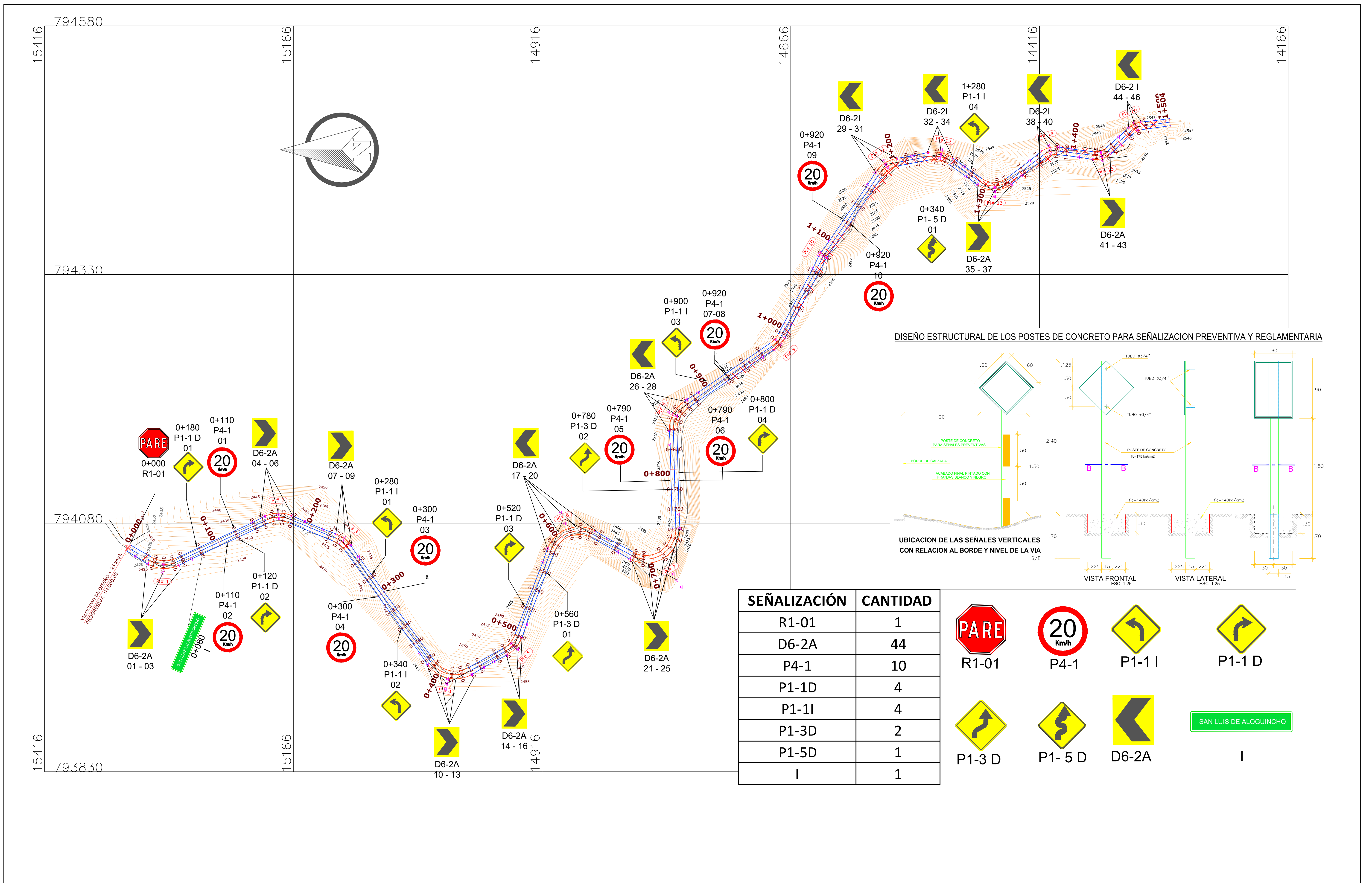
Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	e	C	PI	PC	PT	PI NORTE
Pi# 1	S2° 36' 31"W	55°17'38"	30.00	15.71	28.95	27.84	3.87	3.43	0+040.98	0+025.26	0+054.21	15296.69
Pi# 2	S1° 16' 40"E	47°31'16"	30.00	13.21	24.88	24.17	2.78	2.54	0+166.19	0+152.99	0+177.87	15180.99
Pi# 3	S38° 11' 26"W	31°24'57"	30.00	8.44	16.45	16.24	1.16	1.12	0+234.46	0+226.03	0+242.48	15116.50
Pi# 4	S12° 26' 16"W	82°55'17"	30.00	26.51	43.42	39.73	10.03	7.52	0+411.72	0+385.21	0+428.63	15011.80
Pi# 5	S49° 00' 24"E	39°58'03"	30.00	10.91	20.93	20.51	1.92	1.81	0+479.83	0+468.92	0+489.85	14943.86
Pi# 6	S20° 13' 59"E	97°30'54"	30.00	34.22	51.06	45.12	15.51	10.22	0+616.80	0+582.58	0+633.64	14894.43
Pi# 7	S31° 26' 19"E	119°55'33"	30.00	51.88	62.79	51.94	29.93	14.98	0+729.48	0+677.60	0+740.39	14780.16
Pi# 8	S62° 55' 03"E	56°58'05"	30.00	16.28	29.83	28.61	4.13	3.63	0+855.52	0+839.24	0+869.07	14784.24
Pi# 9	S48° 19' 45"E	27°47'30"	30.00	7.42	14.55	14.41	0.90	0.88	0+980.88	0+973.46	0+988.01	14678.60
Pi# 10	S58° 59' 10"E	6°28'41"	30.00	1.70	3.39	3.39	0.05	0.05	1+078.50	1+076.80	1+080.19	14632.97
Pi# 11	S33° 11' 03"E	45°07'32"	30.00	12.46	23.63	23.02	2.49	2.30	1+189.66	1+177.19	1+200.82	14570.41
Pi# 12	S12° 04' 27"W	45°23'28"	30.00	12.55	23.77	23.15	2.52	2.32	1+244.47	1+231.92	1+255.69	14515.25
Pi# 13	S1° 06' 17"E	71°44'55"	25.00	18.08	31.31	29.30	5.85	4.74	1+309.22	1+291.14	1+322.45	14460.97
Pi# 14	S15° 00' 05"E	43°57'18"	20.00	8.07	15.34	14.97	1.57	1.45	1+374.07	1+366.00	1+381.34	14405.29
Pi# 15	S16° 50' 44"E	47°38'37"	20.00	8.83	16.63	16.16	1.86	1.70	1+425.59	1+416.76	1+433.39	14353.36
Pi# 16	S24° 16' 34"E	32°46'57"	20.00	5.88	11.44	11.29	0.85	0.81	1+470.11	1+464.23	1+475.67	14318.81



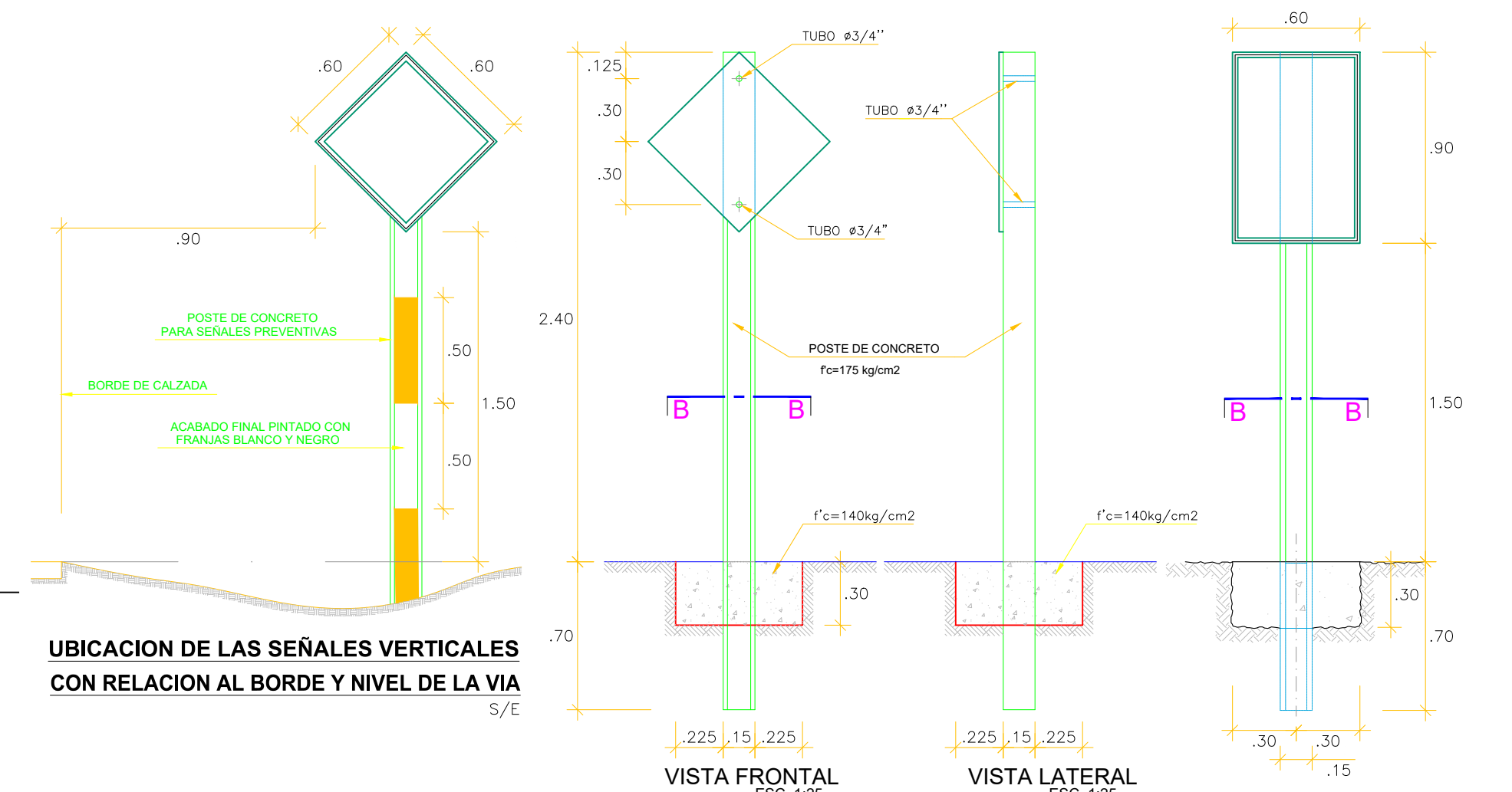
PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
1+066	2514.92	2510.86	4.06	
1+080	2512.63	2511.16	1.47	
1+100	2511.74	2511.70	0.04	
1+120	2510.84	2512.63	1.79	
1+140	2515.55	2514.00	1.54	
1+160	2523.02	2515.83	7.20	
1+180	2526.29	2518.07	8.22	
1+200	2525.89	2520.41	5.47	
1+220	2523.08	2522.70	0.38	
1+240	2524.15	2524.57	0.42	
1+260	2522.77	2525.97	3.21	
1+280	2525.00	2527.18	2.19	
1+300	2528.13	2528.40	0.27	
1+320	2529.61	2529.61	0.00	
1+340	2533.34	2530.82	2.52	
1+360	2537.21	2532.08	5.12	
1+380	2533.91	2533.48	0.43	
1+400	2533.46	2535.00	1.54	
1+420	2539.23	2536.64	2.59	
1+440	2547.17	2538.29	8.88	
1+460	2541.57	2539.95	1.62	
1+480	2540.44	2541.61	1.17	
1+500	2543.48	2543.26	0.22	
1+504.14	2544.21	2543.61	0.60	

Nº CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	e	C	PI	PC	PT	PI NORTE
Pi# 1	S2° 36' 31"W	55°17'38"	30.00	15.71	28.95	27.84	3.87	3.43	0+040.98	0+025.26	0+054.21	15296.69
Pi# 2	S1° 16' 40"E	47°31'16"	30.00	13.21	24.88	24.17	2.78	2.54	0+166.19	0+152.99	0+177.87	15180.99
Pi# 3	S38° 11' 26"W	31°24'57"	30.00	8.44	16.45	16.24	1.16	1.12	0+234.46	0+226.03	0+242.48	15116.50
Pi# 4	S12° 26' 16"W	82°55'17"	30.00	26.51	43.42	39.73	10.03	7.52	0+411.72	0+385.21	0+428.63	15011.80
Pi# 5	S49° 00' 24"E	39°58'03"	30.00	10.91	20.93	20.51	1.92	1.81	0+479.83	0+468.92	0+489.85	14943.86
Pi# 6	S20° 13' 59"E	97°30'54"	30.00	34.22	51.06	45.12	15.51	10.22	0+616.80	0+582.58	0+633.64	14894.43
Pi# 7	S31° 26' 19"E	119°55'33"	30.00	51.88	62.79	51.94	29.93	14.98	0+729.48	0+677.60	0+740.39	14780.16
Pi# 8	S62° 55' 03"E	56°58'05"	30.00	16.28	29.83	28.61	4.13	3.63	0+855.52	0+839.24	0+869.07	14784.24
Pi# 9	S48° 19' 45"E	27°47'30"	30.00	7.42	14.55	14.41	0.90	0.88	0+980.88	0+973.46	0+988.01	14678.60
Pi# 10	S58° 59' 10"E	6°28'41"	30.00	1.70	3.39	3.39	0.05	0.05	1+078.50	1+076.80	1+080.19	14632.97
Pi# 11	S33° 11' 03"E	45°07'32"	30.00	12.46	23.63	23.02	2.49	2.30	1+189.66	1+177.19	1+200.82	14570.41
Pi# 12	S12° 04' 27"W	45°23'28"	30.00	12.55	23.77	23.15	2.52	2.32	1+244.47	1+231.92	1+255.69	14515.25
Pi# 13	S1° 06' 17"E	71°44'55"	25.00	18.08	31.31	29.30	5.85	4.74	1+309.22	1+291.14	1+322.45	14460.97
Pi# 14	S15° 00' 05"E	43°57'18"	20.00	8.07	15.34	14.97	1.57	1.45	1+374.07	1+366.00	1+381.34	14405.29
Pi# 15	S16° 50' 44"E	47°38'37"	20.00	8.83	16.63	16.16	1.86	1.70	1+425.59	1+416.76	1+433.39	14353.36
Pi# 16	S24° 16' 34"E	32°46'57"	20.00	5.88	11.44	11.29	0.85	0.81	1+470.11	1+464.23	1+475.67	14318.81





DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS POSTES DE CONCRETO PARA SEÑALIZACION PREVENTIVA Y REGLAMENTARIA



UBICACION DE LAS SEÑALES VERTICALES CON RELACION AL BORDE Y NIVEL DE LA VIA S/E

SEÑALIZACIÓN	CANTIDAD
R1-01	1
D6-2A	44
P4-1	10
P1-1D	4
P1-1I	4
P1-3D	2
P1-5D	1
I	1

