



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO VIAL PRELIMINAR DE LA CALLE S34W, EN EL BARRIO BUENA  
VENTURA, EN LA PARROQUIA DE CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO,  
PROVINCIA PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingeniero Civil

AUTOR: Byron Alejandro Vasco Muñoz  
TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador  
2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Byron Alejandro Vasco Muñoz con documento de identificación N° 1720630308 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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, 27 de enero del 2023

Atentamente,



Byron Alejandro Vasco Muñoz

1720630308

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

Yo, Byron Alejandro Vasco Muñoz con documento de identificación N° 1720630308, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño Vial preliminar de la Calle s34w, en el Barrio Buena Ventura, en la Parroquia de Chillogallo, Cantón Quito, Provincia Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 27 de enero del 2023

Atentamente,



Byron Alejandro Vasco Muñoz

1720630308

## **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: DISEÑO VIAL PRELIMINAR DE LA CALLE S34W, EN EL BARRIO BUENA VENTURA, EN LA PARROQUIA DE CHILLOGALLO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA, realizado por Byron Alejandro Vasco Muñoz con documento de identificación N° 1720630308, 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, 27 de enero del 2023

Atentamente,



---

Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mis padres que gracias a su sacrificio, abnegación y apoyo he podido culminar mis estudios de tercer nivel; y mucho más por su incansable esfuerzo al inculcarme principios, valores y fe para que antes de ser un buen ingeniero, primero sea un buen ser humano y un buen hijo de Dios.

De igual manera este trabajo va dedicado a mi hermana, que, gracias a sus ocurrencias y locuras de toda la vida, me ha alegrado y animado en los momentos difíciles.

A mi abuelita que siempre estuvo presente con sus consejos, cuidados y el inmenso cariño que ahora que ya no está, me hace tanta falta.

A mi tía que lamentablemente falleció faltando pocos días para mi titulación, por su incontenible emoción y desespero por verme graduado.

A mi abuelito que siempre fue generoso y me tuvo un preferencial cariño.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido estudiar la carrera que se lo pedí y por haberme fortalecido en mis momentos de angustia.

*Alzaré mis ojos a los montes; ¿De dónde vendrá mi socorro? Mi socorro viene de  
Jehová, Que hizo los cielos y la tierra.  
Salmos 121 1-2*

Agradezco a toda la familia Muñoz por siempre estar prestos a apoyarme en buenas o malas situaciones, por su cariño y preocupación de toda la vida.

A todos quienes fueron mis profesores en la universidad, a los buenos y a los malos, ya que de toda situación he podido aprender algo positivo.

A todas las personas que durante esta época universitaria formaron parte de mi vida, a las que aun permaneces y a las que ya no están.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1. Introducción: .....	1
1.2. Problema de estudio.....	1
1.2.1. Antecedentes .....	1
1.1.2. Importancia y alcances .....	2
1.2.3. Delimitación .....	3
1.2.4 Alcance del proyecto .....	4
Justificación.....	4
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos .....	4
1.4. Método .....	5
1.4.1.1. Analítico .....	5
1.4.1.2. Experimental .....	5
1.4.1.3. Deductivo .....	6
1.4.2. Técnica de recopilación de información .....	6
1.4.2.1. Observación:.....	6
1.4.2.2. Encuesta: .....	6
1.4.2.3. Recopilación de datos.....	7
1.4.3. Proceso técnico especializado.....	7
1.4.3.1. Levantamiento topográfico. ....	7
1.4.3.2. Conteos viales: .....	7
1.4.3.3. Estudio de suelo: .....	8
1.4.3.4. Diseño de pavimentos: .....	8
1.4.3.5. Diseño de drenaje vial.....	9
1.4.3.6. Diseño geométrico: .....	9
1.4.3.7. Planos: .....	10
1.4.2. Metodología.....	10
1.4.2.1. Tipo de investigación .....	10
1.5. Marco teórico.....	10
1.5.1. Alcance del proyecto.....	10
1.5.2. Inspección en campo.....	11

1.5.3. Puntos GPS.....	12
1.5.4. Levantamiento topográfico. ....	13
1.5.5. Mediciones de flujo vehicular .....	14
1.5.6. Ensayo DCP. ....	14
1.5.7. Diseño de pavimentos .....	16
1.5.8. Diseño geométrico.....	19
1.5.9. Diseño de drenaje vial .....	21
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>22</b>
<b>TRABAJOS EN CAMPO .....</b>	<b>22</b>
2.1.1. Importancia. ....	22
2.1.2. Objetivo de la inspección de campo.....	22
2.1.3. Puntos relevantes de observación en la inspección de campo. ....	23
2.2. Topografía.....	24
2.2.1. GPS.....	24
2.2.2. Elementos generales del sistema GPS.....	24
2.2.3. Procesamiento de datos. ....	25
2.2.4 Levantamiento topográfico. ....	25
2.2.5 Conceptos. ....	26
2.2.6. Relieve del terreno. ....	27
2.2.7. Ubicación. ....	28
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>29</b>
<b>ESTUDIOS GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS.....</b>	<b>29</b>
3.1. Antecedentes .....	29
3.2. Ubicación. ....	29
3.3. Estratificación geológica.....	30
3.4. Ensayos en laboratorio.....	31
3.4.1. Ensayos de resistencia al corte. ....	31
3.4.2. Granulometría.....	32
3.4.3. Contenido de humedad.....	33
3.4.4. Límites de Atterberg.....	35
Limite Plástico.....	35
Limite Liquido. ....	36
3.4.5. Clasificación de suelos. ....	38
3.4.6. Clasificación SUCS.....	38
3.4.7. Clasificación AASHTO. ....	39

3.5. CBR (California Bering Ratio).....	40
Especificaciones Geométricas del DCP .....	41
Curva DCP.....	42
Número DCP .....	42
Ejecución del ensayo DCP. ....	42
3.6. Estudio de Taludes.....	47
3.7. Ubicación de minas de material pétreo.....	47
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>49</b>
<b>ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR .....</b>	<b>49</b>
4.1. Conceptos.....	49
4.2. Metodología.....	49
4.3. Conteo vehicular.....	50
Clasificación por tipo de vehículos .....	50
Relleno de datos.....	56
4.4. Clasificación de la calle según la normativa MOP 2003.....	63
4.4.1 Clasificación de la calle según la Norma de Arquitectura y Urbanismo. ....	63
4.5. TPDA (Tráfico promedio diario anual).....	63
Tráfico promedio semanal (TPDS).....	63
Tráfico promedio diario anual .....	64
Factor de ajuste semanal:.....	64
Factor estacional de ajuste mensual: .....	64
Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	66
TPDA (Calle “S34W”) = 470 .....	66
4.6. Proyección del tráfico.....	66
Tasa de crecimiento .....	67
Proyección del tráfico promedio diario anual.....	68
Determinación del tráfico del proyecto .....	69
Tráfico futuro. - .....	69
Tráfico generado. - .....	69
Tráfico desviado. - .....	69
TPDA.....	69
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>71</b>
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>71</b>
5.1. Criterios de diseño.....	71
5.2. Diseño horizontal.....	71

5.2.1	Curvas Circulares.....	71
5.2.2	Curvas Espirales.....	71
5.2.3.	Radios mínimos.....	72
5.2.4.	Factores de seguridad.....	72
5.3.	Diseño vertical.....	72
5.3.1.	Pendientes máximas y mínimas.....	72
5.3.2.	Curvas parabólicas cóncavas y conexas.....	73
5.4.	Diseño trasversal.....	74
5.4.1.	Trazado vial.....	75
5.4.2.	Pendiente de bombeo.....	83
5.5.	Movimiento de tierras.....	84
5.6.	Curva de masas.....	87
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>88</b>
<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS.....</b>		<b>88</b>
6.1.	Antecedentes.....	88
	Introducción.....	88
	Clima y lluvias.....	88
6.2.	Ejes equivalentes.....	89
6.3.	Factor daño por vehículo comercial- FDV.....	89
	Distribución de tránsito:.....	89
6.4.	Factor de equivalencia de carga por eje según AASHTO.....	90
	Factor equivalente de Carga:.....	90
	Serviciabilidad:.....	91
	Serviciabilidad inicial:.....	92
	Serviciabilidad final:.....	92
6.5.	Cuantificación del número de ESAL´S.....	92
	Determinacion del factor de carga equivalente.....	93
6.6.	Clasificación de pavimentos.....	94
	Generalidades.....	94
	Pavimento.....	94
	Sub-rasante.....	95
	Sub-Base.....	95
	Base.....	95
	Capa de rodadura.....	95
6.6.1	Pavimento flexible.....	96

6.6.2. Pavimento Semi-Rígido. ....	96
6.7. Numero Estructural del concreto asfaltico.....	97
Confiabilidad para varias clasificaciones funcionales.....	98
Calculo del número estructural SN.....	98
6.8. Espesor del pavimento flexible.....	99
Calidad de drenaje .....	99
6.8.1. Espesor del pavimento semirrígido.....	102
Pavimento Semirrígido:.....	102
Perdida de servicialidad IP .....	102
6.9. Diseños de pavimentos.....	103
6.9.1 Diseño Flexible .....	103
6.9.2 Diseño Semirrígido .....	104
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>105</b>
<b>DISEÑO DE DRENAJE .....</b>	<b>105</b>
7.1. Estructuras de drenaje existentes. ....	105
7.2. Datos históricos.....	105
7.2.1 Eventos catastróficos en el barrio de Buena Ventura, debido a eventos de precipitaciones.....	106
7.3. Intensidades de precipitación.....	107
7.4. Valores de escorrentía.....	110
7.5. Caudales de diseño.....	111
7.5.1 Áreas de aportación.....	111
7.5.2 Caudales.....	113
7.6. Diseño de sumideros.....	115
Ubicación:.....	115
Sumideros de puntos bajos .....	115
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>117</b>
<b>SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>117</b>
8.1. Señalización vertical.....	117
Pare.....	117
Doble vía.....	118
Límite máximo.....	118
Curva abierta.....	119
8.1.1. Ubicación.....	119
8.2. Señalización horizontal.....	120

Línea de separación de carriles segmentados .....	120
Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo.....	120
Línea de pare en cruces cebra en intercesión controlada con señal vertical pare. .....	120
Líneas de cruce cebra en intersección. ....	121
Líneas de división de carriles de distinto sentido.....	121
8.2.1. Ubicación. ....	122
8.3. Símbolos y Leyendas.....	122
8.4. Reductores de velocidad. ....	123
<b>CAPÍTULO IX.....</b>	<b>124</b>
<b>IMPACTO AMBIENTAL. ....</b>	<b>124</b>
Evaluación De Impactos Ambientales.....	126
Metodología.....	126
Categorización de impactos ambientales.....	132
9.1 Impacto socioeconómico .....	132
9.2 Manejo de Escombros.....	133
9.3. Plan de prevención, mitigación y remediación de impactos.....	137
Objetivo general .....	137
Objetivos específicos.....	137
9.4 Cronograma valorado del plan de manejo ambiental .....	142
<b>CAPITULO X.....</b>	<b>144</b>
<b>ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>	<b>144</b>
10.1. Presupuesto referencial. ....	144
10.2. Valor neto. ....	146
10.3. Tasa interna de retorno.....	148
10.4. Análisis costo-beneficio.....	149
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>154</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>156</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>157</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Punto de ensayos DCP para el estudio de la resistencia del suelo. ....	23
<b>Tabla 2.</b>	Puntos GPS.....	28
<b>Tabla 3.</b>	Tamices y aberturas para clasificación SUCS.....	32
<b>Tabla 4.</b>	Resultados del tamizado.....	32
<b>Tabla 5.</b>	Muestra1 para contenido de humedad.....	33
<b>Tabla 6.</b>	Muestra 2 para contenido de humedad.....	34
<b>Tabla 7.</b>	Muestra 3 para contenido de humedad.....	34
<b>Tabla 8.</b>	Muestras para limite plástico.....	36
<b>Tabla 9.</b>	Ensayo de Casa Grande para el límite líquido. ....	37
<b>Tabla 10.</b>	Tamices y aberturas para clasificación AASHTO.....	39
<b>Tabla 11.</b>	Parámetros para determinar la clasificación A-4.....	40
<b>Tabla 12.</b>	Ensayo DCP en calicata 1.....	43
<b>Tabla 13.</b>	Resultados CBR de la Calicata 1.....	44
<b>Tabla 14.</b>	Ensayo DCP en calicata 2.....	45
<b>Tabla 15.</b>	Resultados CBR de la Calicata 2.....	46
<b>Tabla 16.</b>	Conteos vehiculares, día lunes 4 de abr. de 6 am a 7 pm, dos sentidos. ..	52
<b>Tabla 17.</b>	Conteos vehiculares, día martes 5 de abr. de 6 am a 7 pm, dos sentidos. 53	
<b>Tabla 18.</b>	Conteos vehiculares, día miércoles 6 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos....	53
<b>Tabla 19.</b>	Conteos vehiculares, día jueves 7 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos. ....	54
<b>Tabla 20.</b>	Conteos vehiculares, día viernes 8 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos. ....	54
<b>Tabla 21.</b>	Conteos vehiculares, día sábado 9 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos. ....	55
<b>Tabla 22.</b>	Conteos vehiculares, día domingo 10 de abr de 6am a 7pm 2sentidos. ...	55
<b>Tabla 23.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día lunes 4 de abr. dos sentidos. ....	56
<b>Tabla 24.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día martes 5 de abr. dos sentidos. ....	57
<b>Tabla 25.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día miercoles 6 de abr. dos sentidos. 58	
<b>Tabla 26.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día jueves 7 de abr. dos sentidos.....	59
<b>Tabla 27.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día viernes 8 de abr. dos sentidos. ...	60
<b>Tabla 28.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día sabado 9 de abr. dos sentidos.....	61
<b>Tabla 29.</b>	Relleno de datos de flujo vehicular día domingo 10 de abr. dos sentidos.62	
<b>Tabla 30.</b>	Tabla de clasificación de vías MOP 2003 .....	63
<b>Tabla 31.</b>	TPDA en la calle paralela (Buena Ventura). ....	65
<b>Tabla 32.</b>	TPDA en la calle “S34W”. ....	66
<b>Tabla 33.</b>	Tasa de crecimiento vehicular. ....	67
<b>Tabla 34.</b>	Proyección de tráfico vehicular .....	68

<b>Tabla 35.</b>	TPDA Proyectado a 20 años en la Calle “S34W” .....	70
<b>Tabla 36.</b>	Valores de diseño horizontal. ....	75
<b>Tabla 37.</b>	Valores de la curva horizontal N.1. ....	79
<b>Tabla 38.</b>	Valores de la curva horizontal N.2. ....	80
<b>Tabla 39.</b>	Valores de la curva horizontal N.3. ....	80
<b>Tabla 40.</b>	Valores de la curva horizontal N.4. ....	81
<b>Tabla 41.</b>	Valores de la curva horizontal N.5. ....	81
<b>Tabla 42.</b>	Valores de la curva horizontal N.6. ....	82
<b>Tabla 43.</b>	Valores de la curva horizontal N.7. ....	82
<b>Tabla 44.</b>	Volúmenes De Corte Y Relleno .....	84
<b>Tabla 45.</b>	Curva de masas .....	87
<b>Tabla 46.</b>	Factor daño por vehiculo comercial según el numero de carriles.. ....	89
<b>Tabla 47.</b>	Factor de carga equivalente Parcial. ....	93
<b>Tabla 48.</b>	Clasificación funcional y confiabilidad.....	98
<b>Tabla 49.</b>	Resistencia de la Subrasante.....	99
<b>Tabla 50.</b>	Valoración de tipo de drenaje en función del tiempo de evacuación .....	100
<b>Tabla 51.</b>	Coeficiente de drenaje .....	100
<b>Tabla 52.</b>	Resumen de los datos utilizados para drenaje, para cada una de las capas de la estructura de pavimento: .....	100
<b>Tabla 53.</b>	Estructura del Pavimento.....	101
<b>Tabla 54.</b>	Estructura del Pavimento.....	103
<b>Tabla 55.</b>	Estación M0054.....	107
<b>Tabla 56.</b>	Estación M0054.....	109
<b>Tabla 57.</b>	Coeficientes de escorrentía.....	110
<b>Tabla 58.</b>	Áreas de aportación de flujo hacia el lado sur de la calle.....	112
<b>Tabla 59.</b>	Áreas de aportación de flujo hacia el lado norte de la calle. ....	112
<b>Tabla 60.</b>	Caudales de diseño lado sur de la calle. ....	114
<b>Tabla 61.</b>	Caudales de diseño lado norte de la calle. ....	114
<b>Tabla 62.</b>	Espaciamiento de sumideros. ....	115
<b>Tabla 63.</b>	Tabla de ubicación de señalizaciones en las abscisas.....	123
<b>Tabla 64.</b>	Lista de Chequeo .....	125
<b>Tabla 65.</b>	Criterios de evaluación de impactos ambientales.....	126
<b>Tabla 66.</b>	Nivel de Significancia .....	127
<b>Tabla 67.</b>	Matriz de Evaluación de Impactos Numérica.....	128
<b>Tabla 68.</b>	Matriz de Evaluación de Impactos Consolidado .....	131

<b>Tabla 69.</b>	Ficha Ambiental – Manejo de Escombros .....	133
<b>Tabla 70.</b>	Plan De Prevención, Mitigación Y Remedición De Impactos .....	138
<b>Tabla 71.</b>	Cronograma valorado del plan de manejo ambiental .....	142
<b>Tabla 72.</b>	Presupuesto con pavimento flexible .....	144
<b>Tabla 73.</b>	Presupuesto con pavimento semirrígido.....	145
<b>Tabla 74.</b>	Costos indirectos. ....	146
<b>Tabla 75.</b>	Costo de mantenimiento .....	146
<b>Tabla 76.</b>	Presupuesto total con pavimento flexible.....	147
<b>Tabla 77.</b>	Presupuesto total con pavimento semirrígido.....	147
<b>Tabla 78.</b>	Valor actual neto.....	148
<b>Tabla 79.</b>	TIR.....	148
<b>Tabla 80.</b>	Desgaste de neumáticos con la calle en buen estado.....	150
<b>Tabla 81.</b>	Desgaste de neumáticos con la calle en buen estado.....	150
<b>Tabla 82.</b>	Desgaste de Amortiguadores .....	151
<b>Tabla 83.</b>	Resumen de gastos de los usuarios de la calle al año.....	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Plano de proyectos de los alrededores de la calle S34W del barrio Buena Ventura-Quito.....	2
<b>Figura 2.</b>	Plano referencial de la calle S34W.....	3
<b>Figura 3.</b>	Grafico del equipo de ensayo DCP .....	16
<b>Figura 4.</b>	Conformación típica de un diseño de pavimento flexible. ....	18
<b>Figura 5.</b>	Conformación típica de un diseño de pavimento rígido.....	18
<b>Figura 6.</b>	Conformación típica de un diseño de pavimento semi rígido. ....	19
<b>Figura 7.</b>	Punto de conteos vehiculares.....	23
<b>Figura 8.</b>	Área de la faja para el levantamiento topográfico. ....	23
<b>Figura 9.</b>	Levantamiento topográfico.....	26
<b>Figura 10.</b>	Perfil vertical del terreno .....	27
<b>Figura 11.</b>	Ubicación georeferenciada del proyecto. ....	28
<b>Figura 12.</b>	Ubicación de la cuenca hidrografica Guallabamba .....	29
<b>Figura 13.</b>	Grafica de interpolación lineal para el límite liquido .....	37
<b>Figura 14.</b>	Carta de plasticidad .....	39
<b>Figura 15.</b>	Grafico del equipo de ensayo DCP .....	41
<b>Figura 16.</b>	Grafica Penetración en función del número de golpes de la CALICATA N°1	44
<b>Figura 17.</b>	Grafica Penetración en función del número de golpes de la CALICATA N°2	46
<b>Figura 18.</b>	Espesores existentes de estrato superficial. ....	47
<b>Figura 19.</b>	Trayectoria de la calle en proyecto hasta la mina de materiales .....	48
<b>Figura 20.</b>	Vehículos aforados. ....	51
<b>Figura 21.</b>	Ubicación del punto de aforo. ....	52
<b>Figura 22.</b>	Sección típica de la Calle “S34W” .....	74
<b>Figura 23.</b>	Perfil vertical del diseño de calle.....	79
<b>Figura 24.</b>	Pendientes transversales de una calle .....	83
<b>Figura 25.</b>	Distribución de tránsito. ....	90
<b>Figura 26.</b>	Tipos de vehículos. ....	91
<b>Figura 27.</b>	Distribución de esfuerzos en el pavimento.....	94
	.....	94
<b>Figura 28.</b>	Conformación típica de un diseño de pavimento flexible. ....	96
<b>Figura 29.</b>	Estructura de pavimento. ....	101
<b>Figura 30.</b>	Estructura de pavimento flexible.....	103
<b>Figura 31.</b>	Estructura de pavimento Semi-Rígido.....	104

<b>Figura 32.</b>	Causes hídricas en la zona.....	105
<b>Figura 33.</b>	Precipitaciones mensuales en Quito.....	106
<b>Figura 34.</b>	Fotografía de la calle Carlos Freile.....	107
<b>Figura 35.</b>	Elevación de la microcuenca.....	108
<b>Figura 36.</b>	Relieve transversal de la calle en proyecto.....	111
<b>Figura 37.</b>	Áreas de escorrentía y ubicación de los sumideros.....	111
<b>Figura 38.</b>	Posicionamiento de los sumideros.....	116
<b>Figura 39.</b>	Ubicación de las señales de tránsito.....	119
<b>Figura 40.</b>	Línea de no parquear en el bordillo.....	120
<b>Figura 41.</b>	Línea de pare.....	121
<b>Figura 42.</b>	Cruce cebra.....	121
<b>Figura 43.</b>	Ubicación de Cruces Cebra.....	122
<b>Figura 44.</b>	Flecha doble sentido.....	123

## RESUMEN

El diseño preliminar de la calle “S34W”, parte desde el levantamiento topográfico, conteos vehiculares y análisis mecánico de suelos; para con esto realizar el **diseño geométrico, análisis de flujo vehicular y diseño de pavimentos**. Dentro del diseño geométrico se establece una sección típica para toda la longitud de la calle, diseño horizontal (corredor) y diseño vertical basándonos en los parámetros establecidos por la norma MOP2003 y la norma de Arquitectura y Urbanismo de Quito, según sea su valor de TPDA.

En cuanto al Análisis de flujo vehicular, los conteos o aforos se realizó en un único punto y en una calle paralela debido a que la calle S34W no cuenta con flujo vehicular actualmente. Los conteos realizados en abril de lunes a domingo por 7 días, de 6am a 7pm fueron completados por métodos probabilísticos para tener datos de las 24 horas y posterior a esto se proyectó para obtener el tráfico dentro de 20 años y así determinar el TPDA de la calle paralela y proyectar con una disminución al TPDA de la calle S34W. Con este valor de TPDA se procede a clasificar la calle según las dos normativas mencionadas, que para esta calle resulta ser tipo III y arterial secundaria.

Para el diseño de pavimentos es esencial los valores del TPDA y los resultados de los ensayos DCP (CBR) para con esto determinar una conformación de pavimento basándonos en los valores del número estructural calculado y el número estructural obtenido según la conformación de pavimento planteada.

Este proyecto también cuenta con un diseño de drenaje, colocación de señalización, análisis de costos y plan de mitigación de impacto ambiental.

**Palabras clave:** Corredor, Pavimento, Topografía, Planimetría, Altimetría

## **ABSTRACT**

The preliminary design of the street "S34W", starts from the topographic survey, vehicle counts and mechanical analysis of soils; in order to carry out the GEOMETRIC DESIGN, ANALYSIS OF VEHICULAR FLOW and PAVEMENT DESIGN. Within the geometric design, a typical section is established for the entire length of the street, horizontal design (corridor) and vertical design based on the parameters established by the MOP2003 Norma de Arquitectura y Urbanismo de Quito, according to its TPDA value.

Regarding the vehicular flow analysis, the counts or gauging were carried out at a single point and in a parallel street because S34W street does not have vehicular flow at present. The counts performed in April from Monday to Sunday for 7 days, from 6am to 7pm were completed by probabilistic methods to have 24-hour data and then projected to get traffic in 20 years to calculate the TPDA of the parallel street and project with a decrease to the TPDA of S34W street. With this TPDA value we can classify the street according to the two regulations mentioned above, which for this street the type III and "arterial secundaria" is the best way.

For the pavement design it is essential the TPDA values and the results of the DCP (CBR) tests to determine a pavement conformation based on the results of the calculated structural number and the structural number given according to the proposed pavement conformation.

This project also includes a drainage design, signage placement, cost analysis and environmental impact mitigation plan.

**KEYWORDS:** CBR, Pavement, Topography, Planimetry, Altimetry.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES**

### **1. Introducción:**

El diseño vial preliminar de la calle S34W, en el barrio “Buena Ventura”, en la parroquia de Chillogallo, cantón Quito, provincia Pichincha, consta de diseño geométrico, diseño de pavimentos, diseño de drenaje, y diseños complementarios, para cada uno de estos diseños se realizan trabajos previos muy importantes como se lo verá en el desarrollo de este proyecto.

### **1.2. Problema de estudio.**

#### **1.2.1. Antecedentes**

En las últimas tres décadas la población de Quito ha crecido a una escala logarítmica, poblando hacia las faldas del Pichincha, al este en los valles, al norte hacia Carcelén y al sur más allá de la avenida Moran Valverde. Varios barrios que surgían eran producto de lotizar grandes haciendas, en estas lotizaciones se ha incrementado considerablemente la población y el tráfico vehicular para lo cual hay que cubrir las necesidades de implementación de vías de acceso a estos sitios. Uno de los barrios con gran crecimiento urbanístico en el cantón Quito es el barrio de Buena Ventura, que entre las necesidades más urgentes de este barrio está el completar el sistema de alcantarillado y agua potable en todas las calles, la intervención vial en calles que son accesos a predios ya poblados

Una de estas calles con necesidad prioritaria de intervención es la calle S34W, la misma que actualmente se encuentra solo trazado el camino. El estado de esta calle es el eje de una serie de problemas para los moradores, ya que, debido a la falta de intervención vial, no existen bordillos para delimitar la construcción de aceras, provocando la carencia

de una vía peatonal segura. Otro de los inconvenientes es que retrasa la intervención de la empresa eléctrica para que instale el alumbrado público, teniendo como consecuencia la inseguridad en esa zona.

**Figura 1.**

*Plano de proyectos de los alrededores de la calle S34W del barrio Buena Ventura- Quito.*



*Nota.* En este plano se muestra los proyectos realizados y por ejecutar en el barrio Buena Ventura-Quito. Fuente: Visor de proyectos y obras EPMMOP.

**1.1.2. Importancia y alcances**

Esta calle es el acceso único a varios predios, algunos de ellos habitados y carece de un acceso vehicular, lo que ocasiona problemas en el desarrollo de la zona al no poder ingresar vehículos de servicios básicos y de necesidades primordiales para las personas, como recorrido para los estudiantes que van a sus escuelas y colegios, vehículos de servicio como recolectores de basura, distribuidores de gas etc. y aún más grave que en casos de emergencia no podrían ingresar patrulleros, ambulancias ni los vehículos de los bomberos. Otro efecto de este problema es que carece de un acceso óptimo para los moradores.

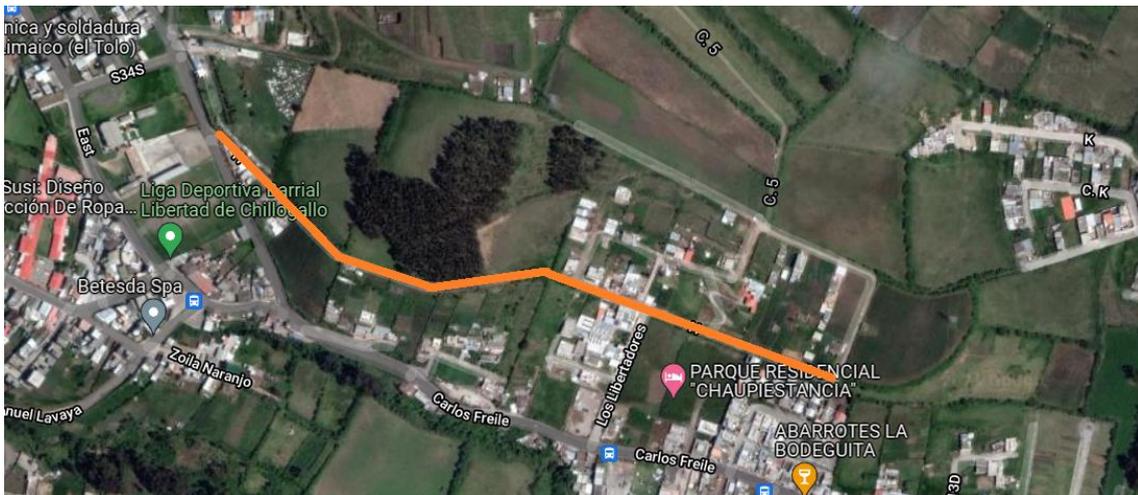
Debido a que esta calle está en estado natural y con ayuda de la pronunciada pendiente en su tramo inicial, en épocas de precipitaciones se produce un arrastre de sedimento fino y grueso proveniente del suelo natural del camino hacia la calle Buena Ventura. Los sedimentos finos se dirigen hacia el sistema de alcantarillado provocando sedimentación y los sedimentos gruesos quedan en la calle Buena Ventura afectando a la circulación vehicular de la calle en mención y siendo esta el único acceso a todo el barrio Buena Ventura.

### 1.2.3. Delimitación

El trabajo de este proyecto se ejecutará en el barrio Buena Ventura, ubicado en el sur oeste del Distrito Metropolitano de Quito. Se realizará un diseño vial preliminar de la calle S34W, la misma que limita al Norte con los predios con frente a la calle Carlos Freire, al Este con la calle Oe131, al Oeste con la calle Buena Ventura.

### Figura 2.

*Plano referencial de la calle S34W.*



*Nota.* Se muestra los límites de la calle S34W y su ubicación. Fuente: Google Maps (2014).

**Coordenadas utm:**

Zona: 17M

Norte: 9968379.46m

Este: 769406.04m

**1.2.4 Alcance del proyecto****Justificación**

La principal motivación es el aportar desde la parte técnica y de diseño a que los moradores de la calle S34W en el barrio Buena Ventura en el cantón Quito, tengan un acceso peatonal y vehicular hacia sus hogares, diseñado para dar bienestar y comodidad.

La intervención vial en esta calle será un gran aporte para el crecimiento económico y comercial de esa zona, así como también será un factor que acelere el proceso de urbanización de esta. Los habitantes tendrán un acceso cómodo y seguro hacia sus hogares. Los dueños de predios vacíos se verán incentivados a construir y todos los predios aumentarán su plusvalía.

**1.3. Objetivos****1.3.1. General**

Realizar una alternativa preliminar de diseño vial de la calle S34W, mediante el uso de normas de diseño del MTOP y las normativas de urbanismo de Quito, para que, posteriormente se considere la aplicación de esta propuesta de construcción vial.

**1.3.2. Específicos**

Ejecutar conteos viales de forma manual para realizar un cálculo del TPDA de la calle.

Realizar el levantamiento topográfico con los equipos de precisión para obtener una faja topográfica y con esto obtener las curvas de nivel del área de la calle.

Practicar ensayos de suelos en campo con equipos de laboratorio para junto con el valor obtenido de TPDA hacer el diseño de pavimentos.

Plantear una alternativa de diseño geométrico del tramo de la calle en mención, mediante el uso de las normativas vigentes en Quito principalmente la Normativa de Arquitectura y Urbanismo; y el paquete computacional de diseño CIVIL 3D, para que se tenga una propuesta técnica que se pueda ejecutar.

#### **1.4. Método**

##### **1.4.1.1. Analítico**

Según Hernández Coca (2017). El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos. (p. 11).

Para el diseño geométrico de la vía se aplicará el método analítico, separando el diseño vertical, el diseño horizontal (incluyendo las secciones transversales y el trazado del corredor), para analizarlos y ajustar por separado a las normativas de diseño vertical y a las normativas de diseño horizontal,

##### **1.4.1.2. Experimental**

El método experimental consiste en la observación, de los resultados obtenidos por la manipulación y alteración de las variables que afectan directa o indirectamente a un objeto de estudio.

En el análisis y diseño vertical y horizontal aplicaremos un método experimental al ir manipulando el diseño gráficamente hasta conseguir que se ajusten a las normas geométricas del MTOP.

### **1.4.1.3. Deductivo**

El método deductivo consiste en extraer una conclusión con base en una premisa o a una serie de proposiciones que se asumen como verdaderas.

En cuanto la topografía y el diseño de pavimentos se lo realizará con el método deductivo ya que solo se seguirá procesos y cálculos ya establecidos.

## **1.4.2. Técnica de recopilación de información**

### **1.4.2.1. Observación:**

Esta técnica consiste en la toma de datos por la visualización directa del observador a objeto o evento de interés. En este proyecto se usará la técnica de observación en:

- Conteos vehiculares.
- Ensayos DCP.
- Levantamientos topográficos.
- Inspecciones de campo.

### **1.4.2.2. Encuesta:**

Se basa en obtener información por lo el criterio o conocimiento de un grupo de personas que se ha seleccionadas.

Se ha usado este método para obtener datos de existencia de alcantarillado, límites de predios y presunto posicionamiento de una parte de la vía no consolidada.

### **1.4.2.3. Recopilación de datos.**

Es una investigación que busca información en documentos existentes.

Este método será empleado al momento de obtener información climatológica para el diseño de drenaje vial, así como la densidad poblacional, levantamientos topográficos y estudios anteriores.

### **1.4.3. Proceso técnico especializado**

#### **1.4.3.1. Levantamiento topográfico.**

Luego en el sitio se realizará el levantamiento topográfico de toda el área de la vía haciendo uso de las estaciones totales, para realizar el levantamiento topográfico es indispensable contar con el trazado de vía para tener en claro de cuanto será la faja topográfica que se va a levantar, para la calle S34W la faja topográfica será de 15 metros de ancho. Dentro de los puntos mas importantes que debemos ubicar se encuentran:

- Líneas de fábrica,
- Bordillos,
- Pozos
- Postes
- Sumideros

#### **1.4.3.2. Conteos viales:**

Para este proyecto se empleará el método de conteos vehiculares manuales, que consiste en el apunte manual de vehículos que circulan por la vía. La cantidad de datos de conteo van de acuerdo a la importancia y cantidad de flujo de la vía. Se realizará conteos de 7 días de 12 horas. Recabando información de flujo vehicular de la calle S34W

y su paralela “Calle Buena Ventura” y de esta manera obtener una proyección de flujo para la calle S34W.

#### **1.4.3.3. Estudio de suelo:**

Para obtener las propiedades mecánicas del suelo, necesarias para un diseño vial de esta calle se usará el equipo DCP, para los 700m (aproximados) que tiene esta calle, realizaremos 2 ensayos DCP retirando la capa superficial para que se pueda realizar el ensayo desde la rasante.

Si al momento de anotar las mediciones se detecta alguna inconsistencia así sea muy pequeña, se debe repetir el ensayo en otro lugar cercano.

#### **1.4.3.4. Diseño de pavimentos:**

Una vez obtenido los resultados del DCP y el TPDA se puede calcular el valor de soporte del suelo, para esto encontraremos el CBR (Valor de Soporte California), este valor se lo puede definir como un valor indirecto de la resistencia al corte de un terreno. Según Sánchez (2016):

El CBR para un rango de humedad es conocido también como CBR de 15 puntos y ASTM lo recomienda para suelos susceptibles a la humedad (suelos cohesivos o todos los suelos no limpios) o en los que se quiera evaluar el efecto de la humedad en la resistencia” (p. 3)

Por lo tanto, tendremos que tener muy en cuenta las condiciones de humedad y densidad del terreno, ya que estos factores influyen en el cálculo.

#### **1.4.3.5. Diseño de drenaje vial.**

El diseño de drenaje vial se lo realizará en base a las áreas de aportación de escorrentía hacia la vía y usando los datos estadísticos de las precipitaciones del INAMHI calcularemos los caudales de diseño que deberá ser conducido por los sistemas de drenaje que serán dimensionados de acuerdo a los caudales máximos calculados.

En el diseño del drenaje vial se verificará como puntos mas importantes las pendientes de bombeo mínimas para reducir el espejo de agua en la vía para evitar el hidropiano.

La pendiente longitudinal de la vía para asegurar el flujo de agua en las cunetas ya viene dada por norma de diseño en el trazado geométrico de la calle, que menciona que no debe tener menos del 0.5% de pendiente longitudinal.

Debido a que a esta calle no le atraviesan caudales naturales para este proyecto no es necesario diseñar sistemas de alcantarillados transversales a la vía para conducir cauces naturales.

#### **1.4.3.6. Diseño geométrico:**

Para realizar el diseño geométrico es indispensable contar con una nube de puntos, los mismos que se obtienen del levantamiento topográfico, de la nube de puntos se genera las curvas de nivel y algunos elementos importantes de la calle como hidrantes, sumideros, postes, línea de fábrica, si los hubiera.

Con la topografía digitalizada en Civil 3D ahora se procede a realizar el diseño horizontal, del cual usaremos el eje de vía para pasar al diseño vertical.

Las pendientes verticales en la vía se rigen a las Normas de Arquitectura y Urbanismo, sin embargo, debido a que ya existen construcciones aledañas a esta calle,

prevalecerá que el diseño vertical se apegue a la rasante existente, y si no se pudiese cumplir con alguna norma en la pendiente se deberá justificar las razones del diseño.

Las curvas en el diseño geométrico son parábolas las cuales deben ajustarse en lo posible al camino existente y quedar centrada con respecto a las líneas de fábrica, o a los bordillos si existiesen.

#### **1.4.3.7. Planos:**

Con el diseño ajustado a las normativas viales ahora se puede pasar a la laminación de los planos finales los cuales al igual que el proceso de diseño tiene su grado de importancia ya que en este debe contener toda la información clara y necesaria que necesite el constructor.

#### **1.4.2. Metodología.**

##### **1.4.2.1. Tipo de investigación**

Investigación Cuantitativa. Según Cadena Iñiguez (2017), “La investigación cuantitativa es aquella donde se recogen y analizan datos cuantitativos” (p.5). Se aplicará este tipo de investigación en la obtención de análisis del tráfico vehicular, realizando conteos manuales in situ, para luego realizar procesos numéricos y de la misma manera se llegará a resultados numéricos cuantificados para la obtención del TPA para el diseño de la calle.

#### **1.5. Marco teórico.**

##### **1.5.1. Alcance del proyecto**

El diseño preliminar vial comprende un conjunto de actividades de ingeniería realizados en campo y en gabinete, basados en las normativas que rigen en cada país o ciudad para obtener como resultados los planos en los cuales el constructor va a encontrar

toda la información necesaria para ejecutar la obra. Las actividades necesarias para un correcto diseño vial son las siguientes.

### **1.5.2. Inspección en campo.**

Las inspecciones de campo tienen una vital importancia para identificar las condiciones a las que estará expuesta la vía como fallas geológicas, cruces de caudales transversales, ojos de agua, formaciones geológicas desfavorables para la construcción vial. Las inspecciones de campo deben ser realizadas por los respectivos profesionales encargados de realizar los cálculos. Una buena inspección de campo exige un recorrido a pie por toda el área del proyecto y en ocasiones explorar más allá de esta. Según, Ceballos e Infante (2016):

El objetivo de una inspección es identificar problemas potenciales para poder tomar medidas y eliminar o reducir las posibilidades de un accidente. Para una buena inspección es necesario revisar ciertos puntos clave que brindan buena información sobre las condiciones de campo. Estos puntos son:

- Función del camino
- Sección transversal
- Alineamientos
- Intersecciones
- Servicios públicos y privados presentes
- Usuarios vulnerables
- Señalamiento
- Características del derecho de vía. (p. 4)

### **1.5.3. Puntos GPS.**

La ubicación por GPS es una aplicación georeferencial instaurada por el departamento de seguridad de los Estados Unidos, haciendo uso de su sistema de satélites NAVSTAR, para uso como instrumento topográfico es necesario contar con tres elementos esenciales para ponerlo en práctica.

- Antena: Funciona como un repetidor, recibe las señales desde los satélites y las amplifica hacia el receptor.
- Receptor: Recibe las emisiones amplificadas por la antena.
- Terminal GPS: Este es un aparato electrónico manual que se encarga de codificar la información y arrojar los datos útiles para fines topográficos.

La descarga de datos y procesamiento de estos es un trabajo de gabinete con ayuda de un ordenador, por lo que es importante la compatibilidad del sistema operativo del ordenador con los programas o codificadores de estos datos, así como las extensiones de estos archivos. Según Peñafiel y Zayas (2001), “Una parte muy importante es la descarga de datos. Nos debe permitir la descarga de cualquier receptor de cualquier marca. Este formato es el RINEX.” (p. 40). En la práctica es muy útil contar con un solo formato para poder trabajar en campo con equipos de distintas marcas y con programas de ordenador que lean un mismo formato para la universalización de la información topográfica

#### **1.5.4. Levantamiento topográfico.**

Es llevar a cabo la caracterización física de una superficie y su ubicación haciendo uso de una serie de mediciones lineales y angulares y de un sistema de referencia de coordenadas, respectivamente. Un levantamiento topográfico se lo realiza con un conjunto de actividades haciendo uso de equipos de medición y localización, en la actualidad se utilizan estaciones totales, geo-localizadores GPS, y en ocasiones drones DJI.

Cuando un levantamiento excede los 30 km de longitud se acudirá a métodos geodésicos ya que los resultados de estos levantamientos se verán afectados por la curvatura de la tierra. (para este proyecto no será necesario usar métodos geodésicos ya que tiene una longitud aproximada de 670 m.

Para realizar un diseño geométrico se analiza el trazado horizontal y el perfil vertical de la vía, por lo que es importante que del levantamiento topográfico se obtenga una planimetría y altimetría, que analizan el relieve vertical tanto como los detalles en un plano horizontal.

**Altimetría:** En la altimetría se detallan los relieves verticales que se puedan presentar en el terreno, su importancia radia en el momento de analizar los perfiles verticales longitudinales y transversales, se pueda distinguir con claridad las pendientes de la vía, sequias, cunetas, desniveles etc.

**Planimetría:** En la planimetría se detalla únicamente los detalles que se notan en una vista en planta. Según Medina (2004):

La planimetría es la representación de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, la cual es la superficie media de la tierra; en esta parte de la topografía se estudia el conjunto de métodos y procedimientos para fijar las

posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin tomar en cuenta sus elevaciones, ya que aquí no importan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. (p.2)

#### **1.5.5. Mediciones de flujo vehicular**

Las mediciones de flujo vehicular nos aportan datos críticos para la toma de decisiones en cuanto a acciones de intervención, costo-beneficio de la obra, urgencia de intervención Según Navarro (2008), “Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de modelos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento.” (p.1).

Para la medición de flujo vehicular de una vía se pueden emplear métodos manuales o automáticos. Los métodos automáticos son usados cuando no es viable que una persona permanezca en el sitio realizando conteos manuales, o cuando los conteos deben hacerse por varios días en el mismo sitio. Los conteos manuales consisten en anotar en una libreta o con un contador de pulso llevar el registro del tránsito vehicular.

#### **1.5.6. Ensayo DCP.**

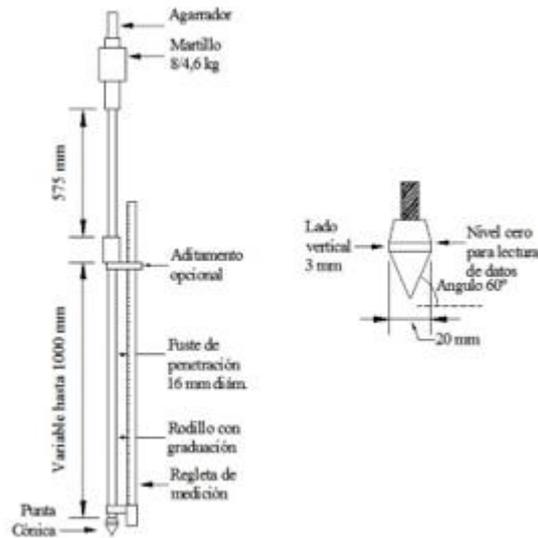
El ensayo de Penetración Dinámica de cono, fue desarrollado en 1959 por el profesor George Sowers. Este ensayo surge de la necesidad realizar pruebas de campo de la resistencia del terreno, donde no hay un fácil acceso a la maquinaria o a los pesados equipos de SPT y que sean económicas. Este ensayo nos permite conocer de una manera rápida la resistencia superficial del terreno, su ejecución y fundamento es muy parecido al del ensayo SPT.

**Ejecución del ensayo:** Consiste en el incamamiento de un cono en la superficie del suelo libre de material orgánico, el incamamiento es de forma mecánica-manual: levantando una masa encamisada a la varilla del cono y dejándola caer libremente. Los resultados de resistencia se los obtiene relacionando el número de golpes y la profundidad que el cono ha ingresado en el suelo. Según, León Calderón (2017):

Las penetraciones sucesivas dentro del suelo, causadas por la caída del martillo, conllevan a conceptualizar el clásico fallo por corte local y general. Es decir, la introducción de la punta del cono conlleva la deformación del suelo como en un ensayo de corte.” (p. 15). Las partes del equipo DCP así como la metodología de ejecución están establecidas por la norma ASTM internacional (Sowers&Hedges 1966).

**Figura 3.**

*Grafico del equipo de ensayo DCP*



*Nota.* Se muestra una conformación general del equipo para ensayos DCP. Fuente: ASTM D-6951-03

### **1.5.7. Diseño de pavimentos**

El pavimento es un conjunto de capas de distintos componentes de distinta granulometría y con resistencias específicas a diferentes sollicitaciones que se exige a cada una de ellas, estas capas son colocadas sobre la subrasante en un orden específico. Según Monsalve, Giraldo, Maya, (2012):

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (p.21)

En el diseño de pavimentos de una vía se debe cerciorar que cumpla con varios requisitos de seguridad tanto para la estructura de la vía como para la circulación de los conductores. Monsalve, Giraldo, Maya, (2012) plantean que los pavimentos deben cumplir las siguientes condiciones para que sean seguras al tránsito y estructuralmente:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal.
- Debe ser durable
- Debe ser económico
- Minimizar el ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, • Deber poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramiento.

Esta calle se diseñará basado en las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP-001 F2002

### **Clasificación de los pavimentos.**

Existen 3 tipos de pavimentos los cuales son seleccionados dependiendo de la durabilidad, resistencia, cargas, importancia, y frecuencia de mantenimiento de la vía, dicho esto: los pavimentos se clasifican en:

Pavimento Flexible,

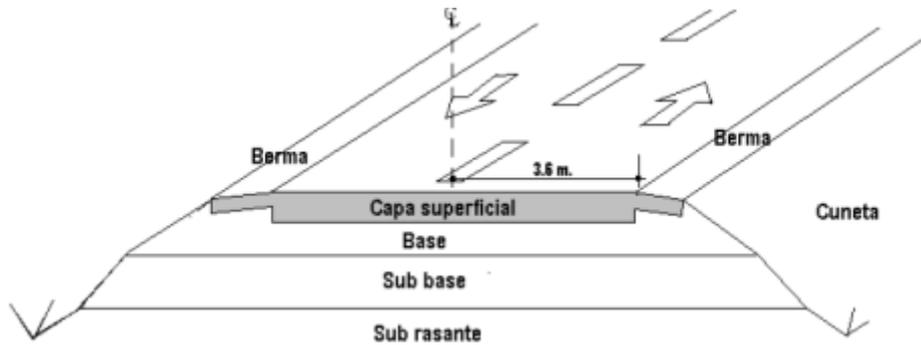
Pavimento Rígido,

Pavimento Semi Rígido.

**El pavimento flexible.** Se forma con capas no rígidas que conforman la base y subbase seguida de la capa asfáltica que es una mezcla de material de granulometría gruesa con asfalto o betún líquido a altas temperaturas.

**Figura 4.**

*Conformación típica de un diseño de pavimento flexible.*



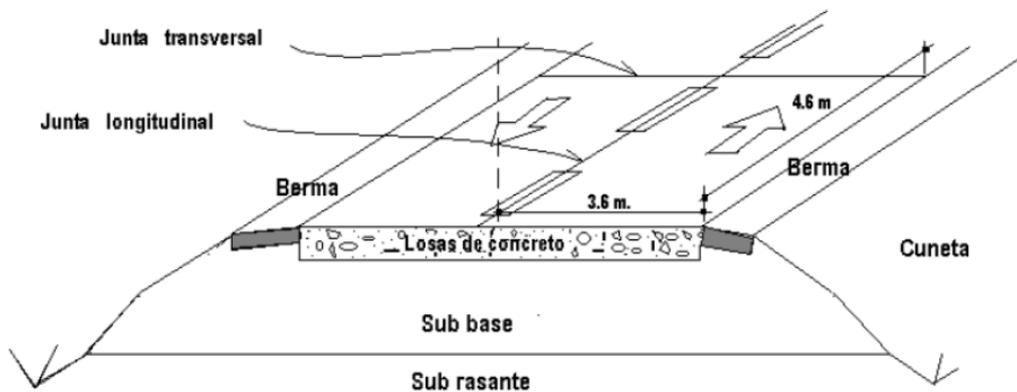
*Nota.* Se muestra una sección típica con bombeo de drenaje vial en dos direcciones. Fuente: Monsalve, Giraldo y Maya. (2012)

### **Pavimento Rígido.**

El Pavimento rígido está formado por losas de hormigón que se apoyan sobre la subbase del pavimento rígido, este pavimento soporta grandes cargas y también tiene una alta resistencia a la abrasión, se lo construye con un sistema de juntas para evitar daños al momento de la dilatación de estas losas.

**Figura 5.**

*Conformación típica de un diseño de pavimento rígido.*



*Nota.* Se muestra la conformación interna de una vía de pavimento rígido. Fuente: Monsalve, Giraldo y Maya. (2012).

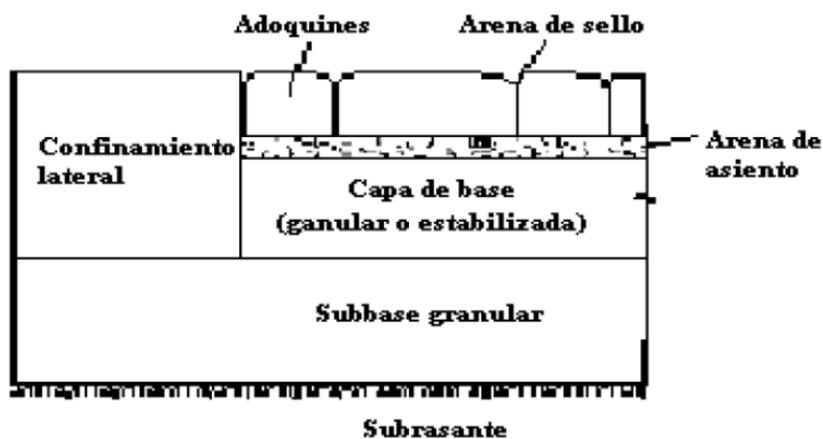
## **Pavimento semi rígido.**

En nuestro medio es más conocido como adoquinado, que como su nombre ya lo especifica: es un pavimento compuesto por adoquines que son bloques de hormigón de unos cuantos centímetros con formas geométricas apropiadas para que se enlacen entre sí.

Tiene un alto tiempo de vida útil y su colocación es sencilla. Se lo usa en caminos secundarios o en conjuntos residenciales, no son aptos para calles de altas velocidades por que producen ruidos y vibraciones en el vehículo y no son cómodas para circular.

### **Figura 6.**

*Conformación típica de un diseño de pavimento semi rígido.*



*Nota.* Se muestra la conformación interna de una vía de pavimento semirrígido. Fuente: Monsalve, Giraldo y Maya. (2012).

### **1.5.8. Diseño geométrico**

Se entiende por el diseño geométrico al conjunto de actividades enfocadas específicamente al planteamiento de una trayectoria de la vía realizando un análisis tridimensional para tener un acceso detallado del perfil vertical y horizontal de la vía, incluso de excluye el proceso previo necesario de obtención de topografía y curvas de nivel. Para desarrollar el diseño geométrico es indispensable contar con un ordenador y

un software de diseño vial, el paquete computacional más usado es Civil 3D y es el mismo que se usará en este proyecto.

Según: Lasluisa (2012):

Al diseñar una carretera, el trazado es el primer aspecto que se considera, es relativamente independiente de otros diseños como el drenaje, las estructuras, los pavimentos, la señalización, pudiendo eso si como consecuencia de estos en algunos casos reconsiderarse el trazado. (p. 23).

Para el diseño geométrico vertical se considerarán los siguientes parámetros según las normas de urbanismo del cantón Quito:

- Pendientes máximas para la circulación vehicular.
- Pendientes mínimas para el drenaje vial.
- Curvas parabólicas cóncavas y convexas.

Mientras que para el diseño geométrico horizontal se consideraran los siguientes parámetros:

- Velocidad de diseño.
- Peraltes máximos.
- Radios mínimos.

Para este diseño se usará la norma de diseño geométrico MOP-2003.

### **1.5.9. Diseño de drenaje vial**

El drenaje vial es una parte fundamental en la seguridad de la infraestructura vial y también en la seguridad de los conductores y peatones, existen vías situadas en zonas que por su condición geográfica-hidráulica tienen un elevado grado de riesgo ante fuertes eventos hidrológicos. Los daños más severos son la desestabilidad de la estructura de la vía, provocando incluso pérdida de vidas humanas.

Según Vise (2021), “El principal objeto del drenaje en las carreteras es reducir la máxima cantidad de agua que llega a la misma para evitar el deterioro del pavimento y los accidentes de los usuarios.” (p.1). Como menciona el autor, es importante evitar el deterioro del pavimento, pero aún más importante es asegurar la estabilidad de la estructura vial y que los conductores tengan una circulación segura.

Para llegar al diseño de drenaje vial se hace uso de datos estadísticos hidrológicos, y la aplicación de ingeniería hidráulica, teniendo como objetivo el canalizar el fluido que se dirige hacia la vía por escorrentía y cauces naturales, así como también el fluido que llega a los carriles por precipitación hidrológica.

## **CAPÍTULO II**

### **TRABAJOS EN CAMPO**

#### **2.1.1. Importancia.**

Debido a que este es un proyecto vial, es indispensable realizar varias actividades in situ, como la realización de estudios, recolección de datos y obtención de las características del relieve (topografía).

De las actividades mencionadas anteriormente las que más se destacan son:

- Aforamiento vehicular para el análisis de flujo vehicular.
- Estudio de suelos. Para el diseño de pavimentos y de ser necesario un mejoramiento de terreno.
- Levantamiento topográfico. Para realizar el diseño geométrico.
- Analizar el estado actual del terreno donde se ubicará el proyecto.

#### **2.1.2. Objetivo de la inspección de campo.**

El principal objetivo para realizar una inspección de campo es el reconocimiento del terreno y conocer el estado actual del mismo, además:

- Analizar puntos de curvas y pendientes pronunciadas para tener una idea preliminar sobre el diseño geométrico, las velocidades máximas de circulación.
- Reconocimiento preliminar del relieve, recubrimiento y estado climatológico, existencia de causas naturales y estructuras de desagüe, para un análisis preliminar de vías de desfogue para el diseño de drenaje vial.

### 2.1.3. Puntos relevantes de observación en la inspección de campo.

**Figura 7.**

*Punto de conteos vehiculares.*



*Nota.* En este plano se muestra la ubicación de los puntos donde se realizó el aforo. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps.

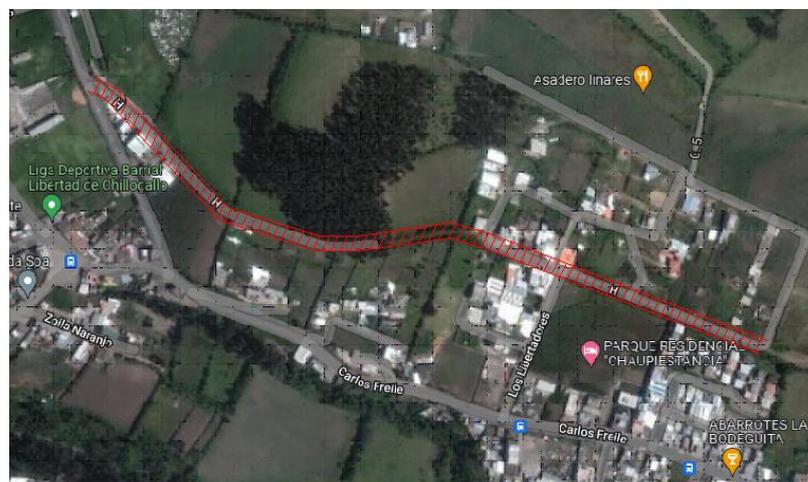
**Tabla 1.** *Punto de ensayos DCP para el estudio de la resistencia del suelo.*

Calicata	Abscisa	CBR
1	0+170	6.54
2	0+350	9.92

*Nota.* Se detalla los puntos de las abscisas donde se cavaron las calicatas para ensayar los DCP. Elaborado por: El Autor.

**Figura 8.**

*Área de la faja para el levantamiento topográfico.*



*Nota.* Se muestra el área gráfica de la cual se realizó el levantamiento topográfico. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps.

## **2.2. Topografía**

Es el proceso que comienza en campo con el levantamiento topográfico con ayuda de la estación total; y seguidamente del posicionamiento de los puntos GPS. Terminado los trabajos en campo se procede a realizar los trabajos de gabinete que son el procesamiento y digitalización de los datos obtenidos en campo.

### **2.2.1. GPS.**

Como complemento al levantamiento topográfico esta la ubicación de puntos GPS que son los que nos ayudan a tener una referencia exacta para georreferenciar la posición del lugar donde se realizó el levantamiento topográfico.

Para este proyecto se ha colocado 2 puntos GPS cuya ubicación y datos de posicionamiento se muestra en el capítulo 2.2.7

### **2.2.2. Elementos generales del sistema GPS.**

Para uso como instrumento topográfico es necesario contar con tres elementos esenciales para ponerlo en práctica.

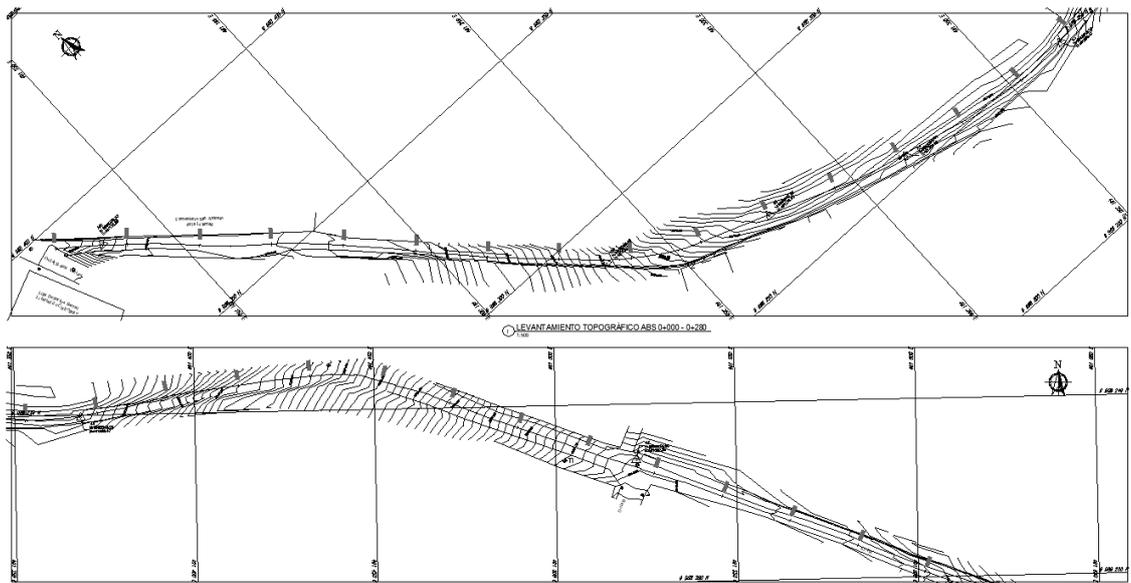
- Antena: Funciona como un repetidor, recibe las señales desde los satélites y las amplifica hacia el receptor.
- Receptor: Recibe las emisiones amplificadas por la antena.
- Terminal GPS: Este es un aparato electrónico manual que se encarga de codificar la información y arrojar los datos útiles para fines topográficos.

### 2.2.3. Procesamiento de datos.

Del levantamiento topográfico con la ayuda de la estación total se obtiene una nube de puntos los cuales se debe convertirlos a curvas de nivel, líneas de fábrica y de más elementos registrados en campo hasta obtener un plano de la faja topográfica.

**Figura 9.**

*Levantamiento topográfico*



*Nota.* Faja topográfica del terreno del proyecto. Elaborado por: El Autor.

### 2.2.4 Levantamiento topográfico.

El levantamiento de una faja topográfica es necesario para realizar un diseño geométrico, para con esto poder adecuar la calle según la altimetría y planimetría; y realizar las modificaciones necesarias a la superficie de la rasante del terreno.



Georreferenciado: Se llama así a un plano o punto o ubicación que se ha colocado su ubicación con referencias en coordenadas geográficas TMQ (Transversa de Mercator Quito) que son el sistema de coordenadas que se usa únicamente en el Cantón Quito.

Altimetría: Es la característica vertical del relieve del terreno,

Planimetría: Es la característica del terreno vista en planta

Relieve: Es la caracterización del estado del terreno en cuanto a las pendientes e irregularidades de su superficie

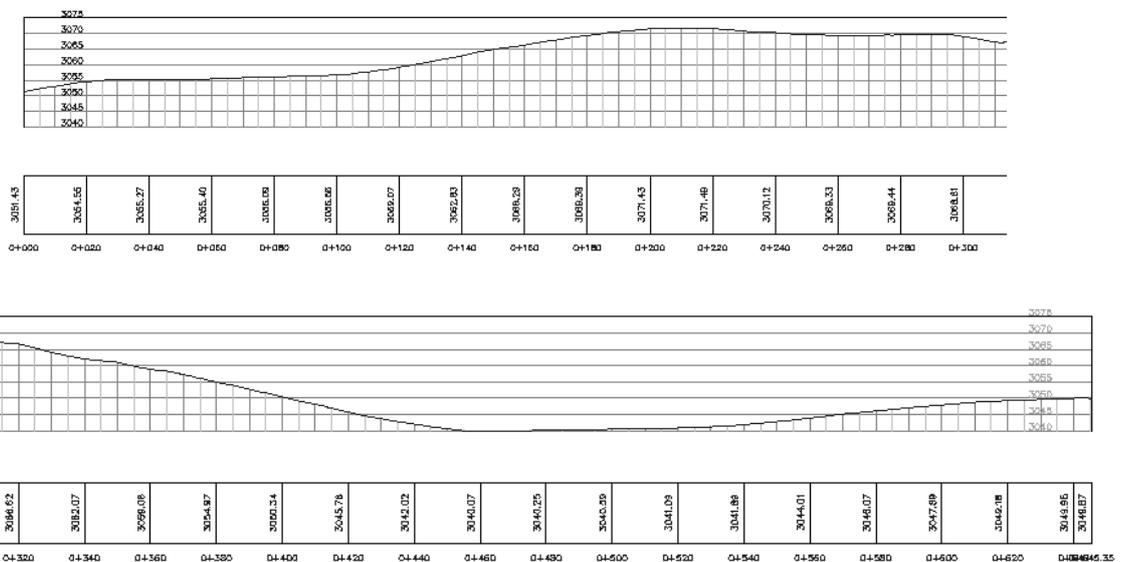
### 2.2.6. Relieve del terreno.

La zona del proyecto es de relieve montañosa, suelo arenoso y en la superficie la cubre la vegetación del bosque, el perfil del terreno transversal al sentido longitudinal de la calle tiene una pendiente del 31%.

En cuando al perfil longitudinal la calle presenta en su inicio una pendiente positiva del 15.96% Hasta llegar a su punto más alto y se estabiliza para posteriormente descender con una pendiente del 21.74%.

**Figura 11.**

*Perfil vertical del terreno*

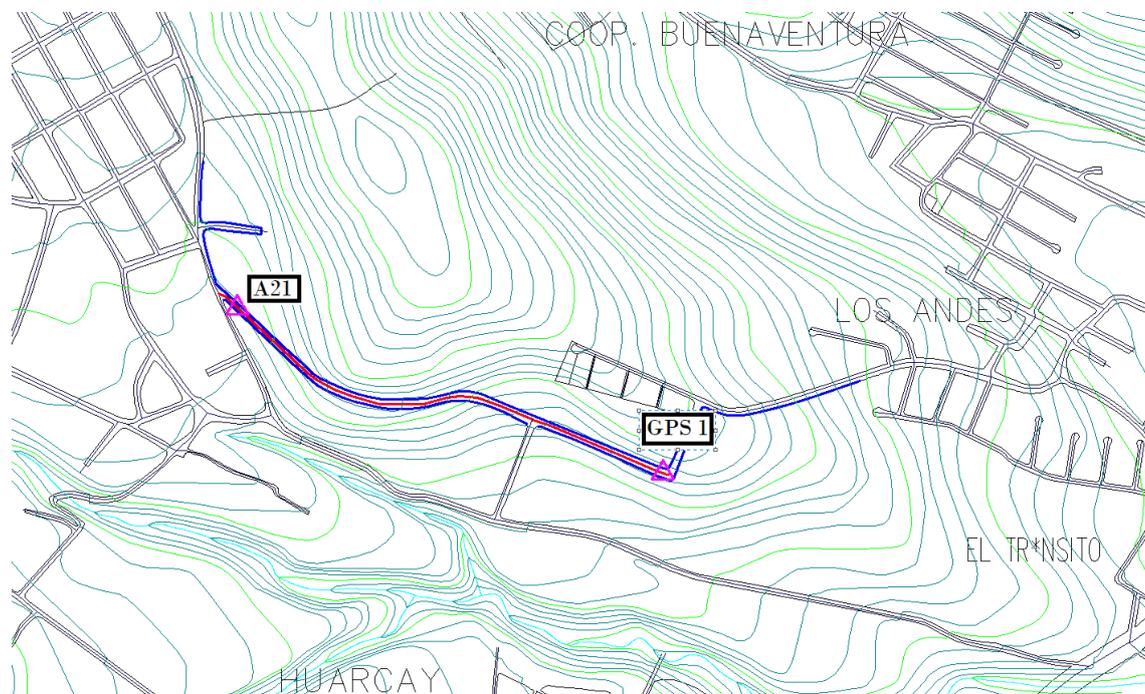


*Nota.* Se muestra el perfil de la rasante actual del camino. Elaborado por: El Autor.

### 2.2.7. Ubicación.

**Figura 12.**

*Ubicación georeferenciada del proyecto.*



*Nota.* En la imagen podemos ver la ubicación del proyecto georeferenciado con dos puntos GPS ubicados en el mes de junio del 2022 durante el levantamiento topográfico. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps.

**Tabla 2.**

*Puntos GPS.*

	<b>PUNTO 21</b>	<b>PUNTO GPS1</b>
<b>Norte</b>	9968368.33	9968163.634
<b>Este</b>	491133.088	491695.6575
<b>Elevación</b>	3053.504	3050.14

*Nota.* Se especifica la ubicación donde se colocaron los puntos GPS, Elaborado por: El Autor.

## CAPÍTULO III

### ESTUDIOS GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS

#### 3.1. Antecedentes

Realizar una investigación geológica nos ayuda a tener en cuenta las características del suelo profundo, esta información se torna relevante cuando se encuentra acumulaciones de agua subterránea u otras formaciones que representen un peligro de fallas o hundimientos.

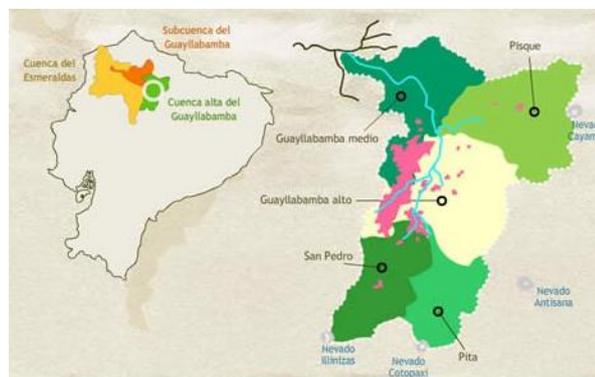
La formación geológica según los institutos IEE y MAGAP (2013), “Es una unidad litoestratigráfica que define cuerpos de rocas caracterizadas por poseer propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.” (p.14).

En cuanto a los estudios geomecánicas de los suelos, tiene mucha más importancia, debido a que estos nos permiten ver su comportamiento frente a la carga superficial que se le a aplicar por la construcción de la calle, según estos resultados se podrá tomar decisiones en cuanto al mejoramiento de suelo y la conformación de la base y subbase.

#### 3.2. Ubicación.

#### Figura 13.

*Ubicación de la cuenca hidrográfica Guallabamba*



*Nota.* Se muestra la ubicación de la cuenca hidrográfica que contiene a la ciudad de Quito.  
Fuente: xpertosolutions.

Este proyecto se ubica al sur de Quito, que geológicamente está ubicado a las laderas del volcán activo Pichincha. Compuesto por varias fallas geológicas, las mismas que son causantes del relieve muy irregular de la zona del proyecto y de toda la ciudad,

También se debe tomar en cuenta que toda la ciudad y el cantón se ubica en la cuenca de Guayllabamba por lo que nos encontramos en el camino de varias vías hidráulicas naturales.

### **3.3. Estratificación geológica.**

En la hoja Geológica de Quito N.º 65, La cobertura en el sur del cantón Quito es una formación de Cañahua, con aluviales originadas por desprendimientos del volcán Pichincha.

La Cangahua, según Avilés (2013), “Se le denomina al suelo compuesto por toba, arenas limosas, con bajo porcentaje arcilla, semicompartida” (p. 48). Este suelo de fácil reconocimiento visual se lo considera de buenas propiedades mecánicas. Según, Avilés (2013):

Las cangahuas, denominadas así por primera vez por Walter Sawyer, afloran en la mayor parte del área, ya que se encuentra recubriendo de forma periclinal la mayor parte de la zona. En el centro de la cuenca Sur de Quito, se puede mirar algunos afloramientos de cangahua primaria, así como cangahua secundaria de color café oscuro. (p. 48).

En cuanto a la composición estratigráfica del sur de Quito, se compone de varias capas que se diferencian por sus propiedades mecánicas y granulométricas, Según Avilés (2013):

Existen intercalaciones de capas de grava, arena y arcilla de espesores de hasta 2 m. Existe la presencia de estratificación pseudohorizontal y

gradación normal. Son arenas limosas y limos arenosos, de color amarillento a marrón, variando según el contenido de humedad. Con mucha frecuencia presenta niveles de pómez y lapilli. (p. 48).

### **3.4. Ensayos en laboratorio.**

Los ensayos en laboratorio ayudan a la verificación de la resistencia del suelo para posteriormente realizar el diseño de pavimentos. Los ensayos que se ejecutaron para este proyecto son:

- Ensayos de resistencia al corte.
- Granulometría.
- Contenido de humedad.
- Límites de Atterberg.

#### **3.4.1. Ensayos de resistencia al corte.**

Para la obtención de la resistencia al corte del suelo se empleó el ensayo de compresión simple, que como su nombre lo indica consiste en tomar una muestra cilíndrica y someterla a compresión hasta que se produzca el fallo de la muestra.

La muestra cilíndrica tiene dimensiones de 70mm de diámetro y una altura de 140mm, y se la obtiene tallando de un bloque de muestra inalterada que se ha obtenido en el campo. Al momento que se obtuvo la muestra inalterada se deberá cuidar de no producir fisuras al bloque de muestra y de forma inmediata envolver en plástico aislante para evitar que pierda humedad.

Para este proyecto este ensayo es necesario únicamente si se realiza estudio de taludes, pero ya que según el diseño geométrico tendremos taludes pequeños de 1 a 2 metros y en pocos tramos muy pequeños se tendrá taludes que llegan a tener una altura de máximo de 4m, en este proyecto no se realizará estudio de taludes.

### 3.4.2. Granulometría.

Para la obtención de la granulometría se emplea el método de los tamices que consiste en tomar una masa de muestra de suelo (esta no necesita ser una muestra inalterada), primero tamizar por lavado que consiste en pasarlo por el tamiz 200 saturándolo o lavándolo y la masa retenida secarla al horno por 24 horas; segundo, esta muestra seca pasarlo por varios tamices de abertura de malla normada, para posteriormente pesar el material retenido en cada tamiz.

Los tamices normados que se emplearan en la granulometría son los siguientes:

**Tabla 3.**

*Tamices y aberturas para clasificación SUCS.*

# Tamiz	Abertura (mm)
4	4.76
10	2
40	0.42
200	0.074

*Nota.* Estos son los tamices utilizados para la clasificación SUCS. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 4.**

*Resultados del tamizado.*

# Tamiz	Abertura (mm)	M. Ret. Acumulada (g)	% Ret Acumulado	% que pasa
4	4.76	4.63	2.04	97.96
10	2	11.88	5.23	94.77
40	0.42	62.4	27.49	72.51
200	0.074	131.96	58.14	41.86
<b>PLATO</b>		226.97	100	0

*Nota.* Se muestra los resultados de las masas que pasan y las masas retenidas en los tamices. Elaborado por: El Autor.

### 3.4.3. Contenido de humedad.

Este parámetro nos permite determinar la cantidad de agua que contiene el suelo, para determinarlo simplemente tomamos una muestra del suelo, lo pesamos y lo colocamos al horno para obtener una muestra seca. El peso del agua de la muestra es la diferencia del peso de la muestra antes y después de colocarla al horno. Para obtener el porcentaje de contenido de humedad aplicamos la siguiente formula:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:  $W_w$  = Peso del agua de la muestra

$W_s$  = Peso seco de la muestra

#### Tabla 5.

*Muestra 1 para contenido de humedad.*

Cápsula No	79
Masa de Cápsula	26.51
Masa de Cápsula +Húmeda(g)	86.2
Masa Cápsula + Masa Seca (g)	74.44
% Humedad	24.54

*Nota.* Se muestra los resultados del contenido de humedad de la primera muestra.  
Elaborado por: El Autor.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

$$\omega = \frac{11.76}{47.93} * 100$$

$$\omega = 24.54\%$$

**Tabla 6.***Muestra 2 para contenido de humedad.*

Cápsula N°	321
Masa de Cápsula	27.63
Masa de Cápsula +Húmeda(g)	93.34
Masa Cápsula + Masa Seca (g)	80.5
% Humedad	24.2859845

*Nota.* Se muestra los resultados del contenido de humedad de la primera muestra.  
Elaborado por: El Autor.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

$$\omega = \frac{12.84}{52.87} * 100$$

$$\omega = 24.29\%$$

**Tabla 7.***Muestra 3 para contenido de humedad.*

Cápsula N°	45
Masa de Cápsula	27.89
Masa de Cápsula +Húmeda(g)	95.4
Masa Cápsula + Masa Seca (g)	82
% Humedad	24.7643689

*Nota.* Se muestra los resultados del contenido de humedad de la primera muestra.  
Elaborado por: El Autor.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

$$\omega = \frac{13.4}{54.11} * 100$$

$$\omega = 24.76\%$$

Contenido de humedad promedio:

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3}{3}$$
$$\omega = \frac{24.54\% + 24.29\% + 24.76\%}{3}$$
$$\omega = 24.53\%$$

#### **3.4.4. Límites de Atterberg.**

Estos límites nos ayudan a determinar los estados de consistencia de suelos específicamente arcillosos, los límites están en función de su contenido de humedad y tipo de suelo. Por ejemplo, un suelo seco se encuentra en estado sólido, un suelo húmedo puede encontrarse en estado plástico o un suelo con gran contenido de humedad puede estar en estado húmedo. El valor de contenido de humedad exacto donde un suelo pasa de estado sólido a plástico se llama límite plástico, mientras que el valor de contenido de humedad donde un suelo pasa de estado plástico a estado líquido se llama límite líquido.

Debido a que los límites de Atterberg, son propiedades únicamente de suelos finos, para realizar estos ensayos se usan muestras de suelo tamizadas y se trabaja únicamente con el material que ha pasado por el tamiz N° 40.

#### **Límite Plástico.**

Se toma el material fino previamente tamizado y lo se lo humedece hasta que tenga una consistencia plástica espesa, y manipulamos amasando con las manos en la mesa hasta formar un cilindro alargado de un diámetro de 3 milímetros, si la muestra de suelo tiene más o menos humedad esta muestra se desintegrará o se cuarteará antes de lograr el diámetro deseado. El límite plástico es la humedad en la cual se ha logrado formar un cilindro alargado de 3 milímetros de diámetro

Para la ejecución de este ensayo hemos realizado tres muestras para disminuir el rango de error

**Tabla 8.**

*Muestras para limite plástico*

<b>Masa Capsula</b>	<b>Masa Capsula + M Húmeda</b>	<b>Masa Capsula + Masa Seca</b>	<b>% Humedad</b>
24.71	32.72	31.22	23.04
24.84	27.66	27.14	22.61
25.69	28.41	27.89	23.64
		Humedad Promedio	23.10

*Nota.* Se detalla los valores de las muestras y los resultados de la humedad del límite plástico.

$$LP = 23.10\%$$

### **Limite Liquido.**

Este ensayo se lo determina mediante el Aparato de Casagrande que golpea la muestra en un plato pequeño para que mediante estos golpes se reacomode la muestra en el plato.

- Se toma la muestra tamizada y humedecida hasta que tenga una consistencia plástica espesa y con una espátula se la coloca en el plato del Aparato de Casagrande hasta el nivel de la rasante del plato inclinado
- Con un canalizador normado se realiza un canal en el centro contando a la muestra en el plato en dos partes.
- Se prende el Aparato de Casagrande previamente encerado, y este empezara a golpear el plato elevándolo y dejándolo caer contra la base de este aparato,
- Se detiene los golpes cuando el canal realizado en la muestra se haya cerrado 13mm, entonces se toma esa muestra y se la seca para obtener su contenido de humedad.

- Se realiza este proceso 3 veces, cada vez se aumenta agua cuidadosamente sin perder la consistencia plástica espesa.

**Tabla 9.**

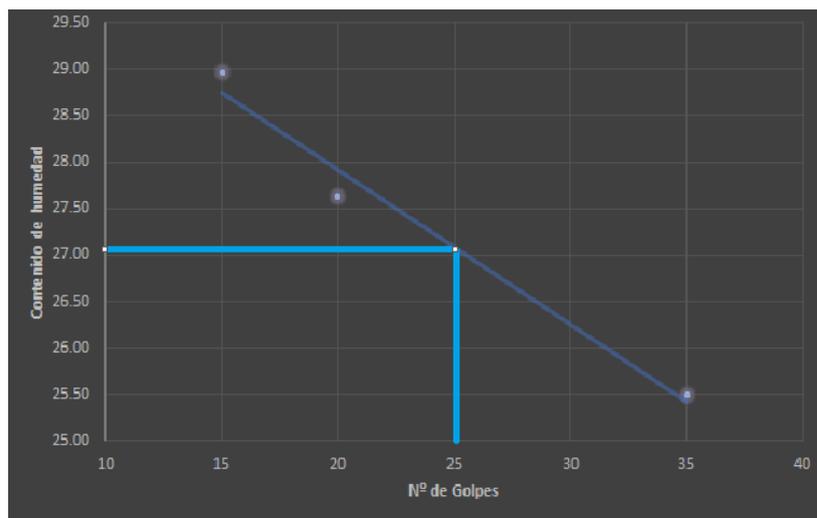
*Ensayo de Casa Grande para el límite líquido.*

N.º Golpes	Masa Capsula	Masa Capsula + M Húmeda	Masa Capsula + Masa Seca	% Humedad
35	24.62	37.22	34.66	25.50
20	28.65	56.5	50.47	27.64
15	27.43	50.05	44.97	28.96

*Nota.* Se detalla los valores y resultados de las muestras tomadas para el ensayo.  
Elaborado por: El Autor.

**Figura 14.**

*Grafica de interpolación lineal para el límite líquido*



*Nota.* Se muestra la interpolación lineal del contenido de humedad en función del número de golpes. Elaborado por: El Autor.

El resultado del límite líquido es el contenido de humedad que resulta de la interpolación a 25 golpes de los resultados de número de golpes y contenido de humedad de los tres ensayos.

$$LL = 27.05\%$$

### **3.4.5. Clasificación de suelos.**

Con la clasificación de los suelos se obtiene información sobre el tamaño de partículas que los comprende y con esto podemos saber que ensayos de resistencia aplicar o los métodos de cálculo para obtener otros parámetros como asentamientos, mejoramientos etc., si fuesen necesarios.

Al suelo de la subrasante de la vía se lo clasifica por los parámetros de clasificación SUCS y AASHTO, para lo cual es necesario obtener la granulometría de este suelo.

### **3.4.6. Clasificación SUCS.**

Un factor necesario en la clasificación de suelos es el índice de plasticidad IP, este es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico

$$IP = LL - LP$$

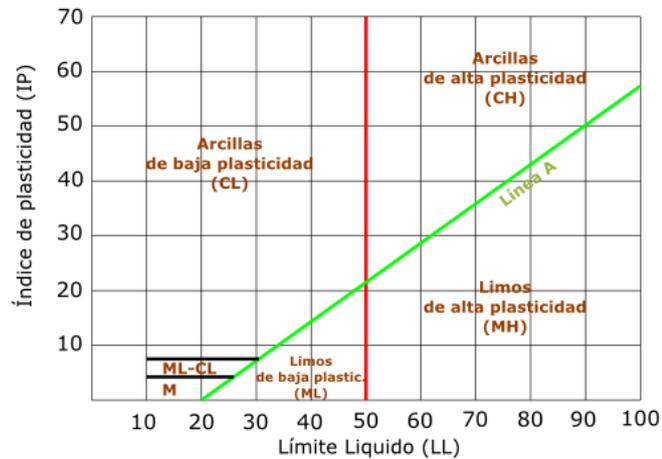
$$IP = 27.05 - 23.1$$

$$IP = 3.95$$

Con los valores del índice de plasticidad y el límite líquido, se obtiene la clasificación según la carta de plasticidad de casa grande.

**Figura 15.**

*Carta de plasticidad*



*Nota.* De esta carta obtendremos la clasificación plástica del suelo. Fuente: Casagrande-Diccionario de Geotecnia.

El suelo es: ML u OL

Según la clasificación SUCS. Este suelo es una: Arena limosa Arcillosa

Debido a que cumple las siguientes características

- Mas del 50% es retenido por el tamiz #200.
- Tiene un porcentaje de partículas finas mayor al 12%.
- Según la carta de plasticidad es un suelo ML
- Contiene menos del 15% de Grava.

### 3.4.7. Clasificación AASHTO.

**Tabla 10.**

*Tamices y aberturas para clasificación AASHTO.*

Tamiz	% q Pasa
10	94.77
40	72.51
200	41.86

*Not.* Estos son los tamices utilizados para la clasificación SUCS. Elaborado por: El Autor.

De acuerdo a la clasificación por la normativa AASHTO, el suelo es A-4

**Tabla 11.**

*Parámetros para determinar la clasificación A-4.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valores limite</b>	<b>Valor Real</b>
% que pasa el tamiz N.º 200	36% mínimo	41.86
LL	40% máximo	27.05
IP	10% máximo	3.95

*Nota.* Se muestra los parámetros y resultados para determinar la clasificación del suelo como A-4. Elaborado por: El Autor.

Clasificación AASHTO: A-4

**3.5. CBR (California Bering Ratio).**

La determinación del Valor de Soporte California, CBR, parámetro aplicado en el diseño de pavimentos flexibles, en general es considerada como un proceso complejo que adicionalmente requiere de bastante tiempo para su obtención.

La determinación del Valor de Soporte California, CBR, parámetro aplicado en el diseño de pavimentos flexibles, en general es considerada como un proceso complejo y que adicionalmente requiere de bastante tiempo para su obtención.

Como respuesta a estas dificultades surgen diferentes dispositivos como el DCP (Cono Dinámico de Penetración) que facilitan y proporcionan mayor practicidad a los ensayos convencionales. El DCP es una herramienta útil, multifuncional, su uso trae una gama de beneficios. Sin embargo, es necesaria una buena interpretación para determinar parámetros de diseño finales más confiables, optimizando tiempo, dinero, recursos humanos y mecánicos.

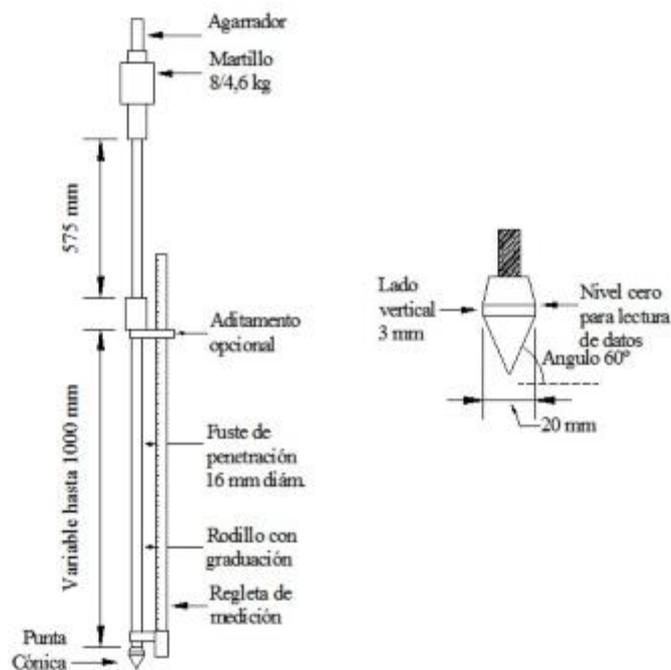
Los datos de CBR se obtuvo en el procesamiento de Gabinete, una vez que se realizaron los ensayos in situ con el uso del DCP (Penetrómetro de Cono Dinámico)

### Especificaciones Geométricas del DCP

La ASTM D-6951-03 plantea una metodología estándar para el uso y aplicación del DCP en pavimentos. Este ensayo utiliza un DCP basado en el dimensionamiento de Sowers, con un martillo normado de 8 kg, este ejerce energía mediante una caída libre de 575 mm provocando el hincamiento del cono con un ángulo de 60° y un diámetro de 20mm.

**Figura 16.**

*Grafico del equipo de ensayo DCP*



*Nota.* Se muestra una conformación general del equipo para ensayos DCP. Fuente: ASTM D-6951-03

### **Curva DCP**

Gráfica que representa la penetración acumulada en función del número de golpes acumulados para los respectivos datos. En este tipo de curvas, como se muestra en la Figura 15, se puede visibilizar el número de capas existentes representadas por rectas de diferentes pendientes, también se puede determinar el espesor de dichas capas.

### **Número DCP**

Este número representa la penetración obtenida por golpe y se expresa en mm/golpe; es el valor de la pendiente de la curva DCP para la capa en estudio, mientras más vertical sea la gradiente, menor será la resistencia del suelo.

Asimismo, esta medida de penetración describe la resistencia promedio de un suelo a través de cierta profundidad alcanzada, la cual se determina como el trabajo realizado por el suelo para detener el cono de penetración, dividido entre la distancia de penetración.

### **Ejecución del ensayo DCP.**

Para evaluar el suelo de la sub-rasante de la vía de 0.70 kilómetros se han realizado dos calicatas, los suelos de la sub-rasante fueron muestreados en la profundidad explorada de hasta 0,89 m.

**Tabla 12.***Ensayo DCP en calicata 1.*

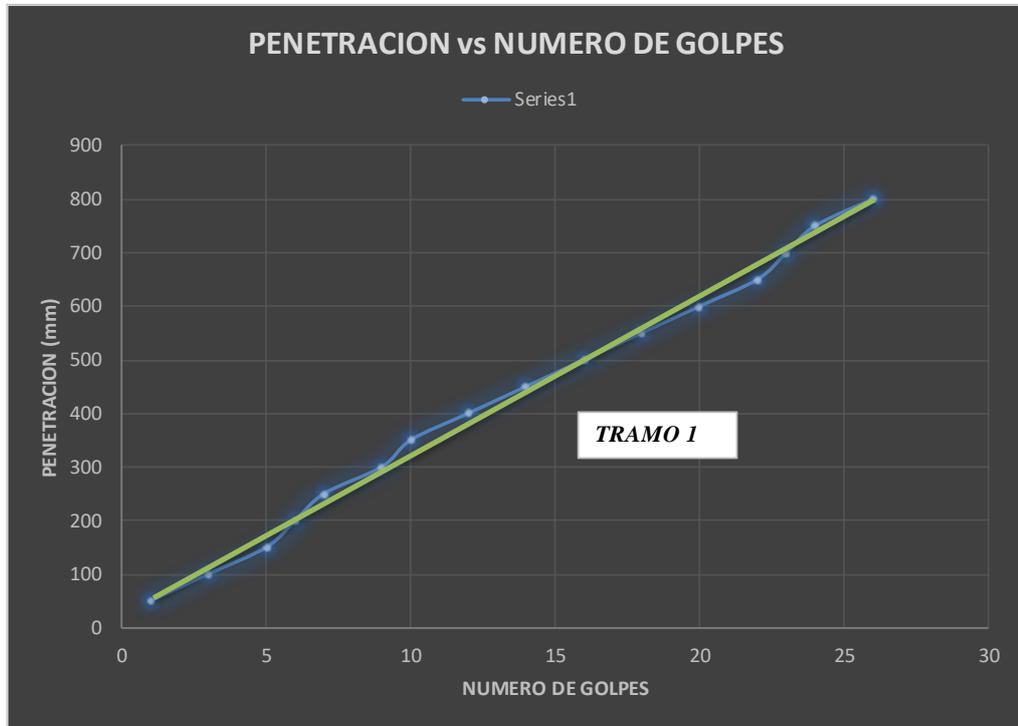
#Golpes	Penetración(cm)	#Golpes	Penetración(cm)	Penetración acumulada (mm)
1	5	1	5	50
2	10	3	5	100
2	15	5	5	150
1	20	6	5	200
1	25	7	5	250
2	30	9	5	300
1	35	10	5	350
2	40	12	5	400
2	45	14	5	450
2	50	16	5	500
2	55	18	5	550
2	60	20	5	600
2	65	22	5	650
1	70	23	5	700
1	75	24	5	750
2	80	26	5	800

*Nota.* Se muestra los resultados de la penetración según el número de golpes obtenidos en el ensayo in situ DCP. Fuente: Byron Alejandro Vasco Muñoz.

**Figura 17.**

*Grafica Penetración en función del número de golpes de la CALICATA N°1*

RELACION PENETRACION vs NUMERO DE GOLPES CALICATA N° 1



*Nota.* Se muestra la gráfica de los resultados del ensayo DCP realizados en la calicata N°1. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 13.**

*Resultados CBR de la Calicata 1.*

<b>Parámetros</b>	<b>Tramo 1</b>
Pendiente	29.74
CBR(%)	6.54

*Nota.* Se muestra los valores CBR del ensayo DCP en la calicata 1.

$$\text{CBR de Diseño (\%)} = 6.54$$

**Tabla 14.***Ensayo DCP en calicata 2.*

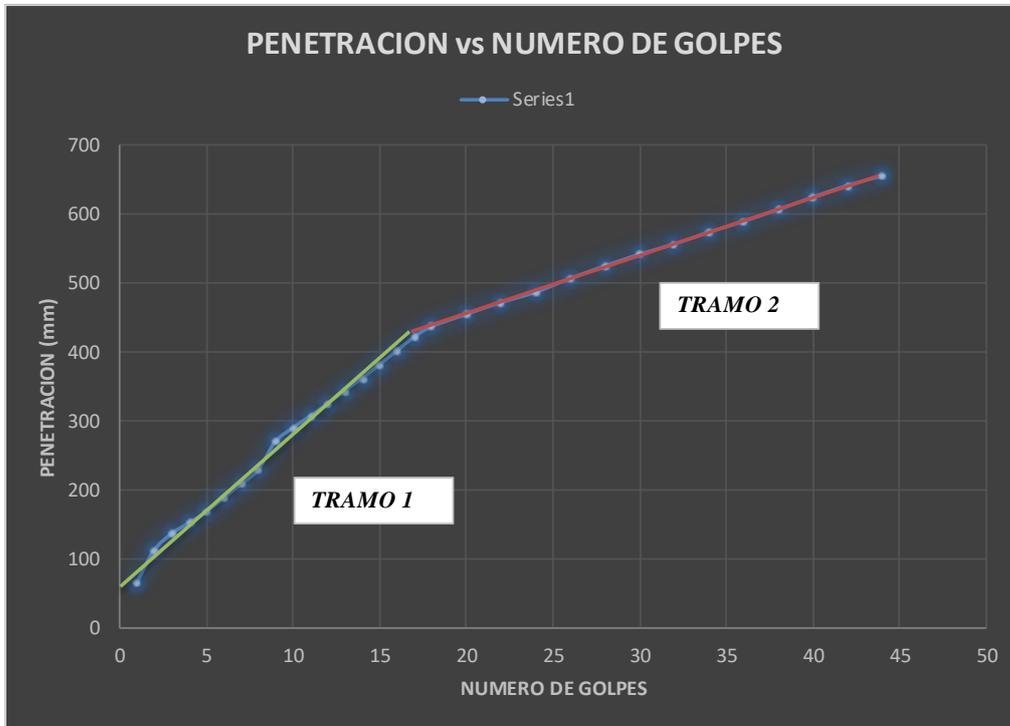
# Golpes	Penetración(cm)	# Golpes Acumulados	$\Delta$ Penetración	Penetración Acumulada
1	24.30	1	6.5	65
1	29.00	2	4.70	112
1	31.40	3	2.40	136
1	33.00	4	1.60	152
1	34.60	5	1.60	168
1	36.60	6	2.00	188
1	38.60	7	2.00	208
1	40.70	8	2.10	229
1	44.80	9	4.10	270
1	46.80	10	2.00	290
1	48.50	11	1.70	307
1	50.30	12	1.80	325
1	52.20	13	1.90	344
1	54.00	14	1.80	362
1	56.00	15	2.00	382
1	58.00	16	2.00	402
1	60.00	17	2.00	422
1	61.50	18	1.50	437
2	63.30	20	1.80	455
2	65.00	22	1.70	472
2	66.50	24	1.50	487
2	68.50	26	2.00	507
2	70.30	28	1.80	525
2	72.00	30	1.70	542
2	73.00	32	1.00	552
2	75.00	34	2.00	572
2	76.00	36	1.00	582
2	78.00	38	2.00	602
2	80.30	40	2.30	625
2	82.00	42	1.70	642
2	83.40	44	1.40	656

*Nota.* Se muestra los resultados de la penetración según el número de golpes obtenidos en el ensayo in situ DCP. Elaborado por: El Autor.

**Figura 18.**

*Grafica Penetración en función del número de golpes de la CALICATA N°2*

RELACION PENETRACION vs NUMERO DE GOLPES CALICATA N° 2



*Nota.* Se muestra la gráfica de los resultados del ensayo DCP realizados en la calicata N°2. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 15.**

*Resultados CBR de la Calicata 2.*

Parámetros	Tramo 1	Tramo 2
Pendiente	29.74	8.54
CBR (%)	6.54	26.42

*Nota.* Se muestra los valores CBR del ensayo DCP en la calicata 2.

$$\text{CBR de Diseño (\%)} = 9.92$$

**Figura 19.**

*Espesores existentes de estrato superficial.*



*Nota.* Se representa gráficamente los estratos superficiales encontrados al momento de realizar los ensayos in situ. Elaborado por: El Autor.

### **3.6. Estudio de Taludes.**

Ya que según el diseño geométrico en este proyecto se tendría taludes pequeños de 1 a 2 metros y en pocos tramos muy pequeños se tendrá taludes que llegan a tener una altura de máximo de 4m, en este proyecto no se realizará estudio de taludes.

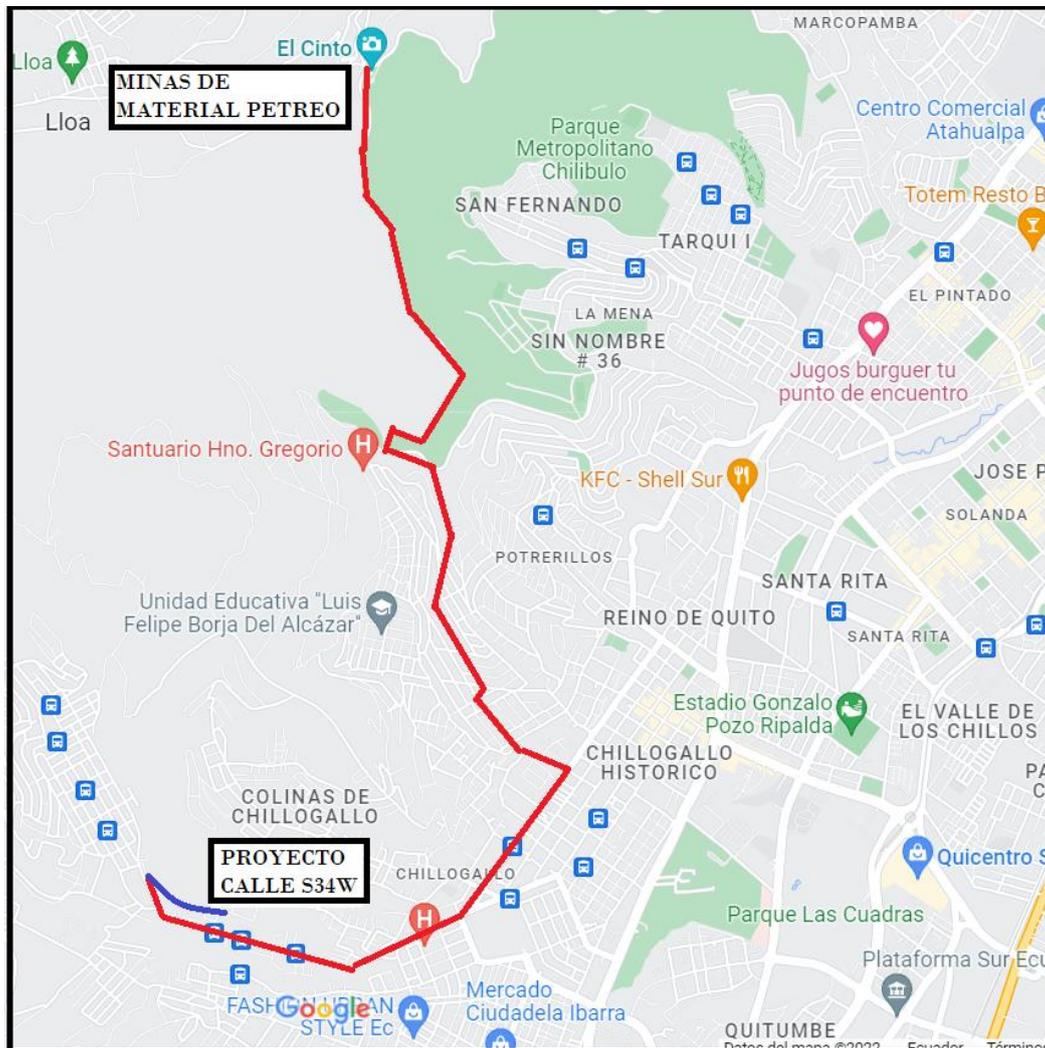
### **3.7. Ubicación de minas de material pétreo.**

Existe una mina en El Cinto ubicado al oeste de Quito, esta mina explota, comercializa y distribuye material pétreo y todos los derivados de la cantera, dirigida por la Sociedad De Pequeños Mineros Artesanos De La Cantera San Luis De Lloa, y mantiene oficinas en la dirección: Matilde Alvarez Nro.120 (Rafael Garcia) Quito, 02595386.

La trayectoria máxima desde la mina hasta el proyecto es de 12Km con un tiempo de recorrido de 28 minutos considerando congestiones vehiculares en las vías.

**Figura 20.**

*Trayectoria de la calle en proyecto hasta la mina de materiales*



*Nota.* Se visualiza la trayectoria que realizarán los vehículos que transportarán el material pétreo. Elaborado por: El Autor.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE FLUJO VEHICULAR

#### 4.1. Conceptos.

El análisis de flujo vehicular es la cuantificación y procesamiento de los datos de las cantidades de vehículos según su respectiva clasificación que circulan por la vía, y de esa manera calcular el tráfico promedio diario anual “TPDA”, y determinar el tipo y/o clasificación de la calle, espesores de la estructura del pavimento, nivel de servicio beneficios esperados, entre otros aspectos.

Según los parámetros de la norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003, en la que en menciona: clasifica los siguientes tipos de vías: clase I, II, III, IV.

El principal objetivo de llevar a cabo un análisis de flujo vehicular es cuantificar los volúmenes actuales y futuros del tráfico al proyecto de la Calle S34W – Parroquia de Chillogallo, esta cuantificación se la realiza clasificando a los vehículos por su tipo según su tamaño y peso, para implementar los datos en el diseño de la vía y de esta manera pueda abarcar todo el tráfico proyectado durante la vida útil del proyecto.

#### 4.2. Metodología.

Para esta calle se ha realizado el análisis de flujo vehicular mediante conteos manuales, con una duración de doce horas, durante siete días. Es una metodología sencilla y aplicable que nos permite obtener los datos necesarios para considerar el parámetro de tráfico en nuestro estudio de pavimentos, debido a que no se necesita instalación de equipos de conteo automático, únicamente se requiere de personal debidamente capacitado que realicen los conteos vehiculares en los puntos de aforo.

El aforador anota el tipo de vehículo de acuerdo a la clasificación que consta en la hoja de conteos impreso.

Si las intensidades horarias son elevadas, o si se requiere información simultánea de muchos movimientos o de tipos de vehículos, son necesarios varios observadores.

Debido a que, en el punto de conteo escogido, la afluencia de vehículos es baja, se requiere un solo aforador para los dos sentidos de la vía y para todos los tipos de vehículos.

El aforo vehicular para la calle “S34W”, se realiza mediante la contabilización del tráfico, clasificado por tipo de vehículo, que circuló en cada una de las horas del conteo. Luego se suman los volúmenes horarios correspondientes a cada uno de los días que se realizaron los conteos. Ya que el mismo tuvo una duración de 7 días, el promedio de los volúmenes diarios será el Tráfico Promedio Semanal (TPDS). El ajuste se realiza mediante factores que se calculan a partir de una estación de conteo 7 días.

#### **4.3. Conteo vehicular.**

##### **Clasificación por tipo de vehículos**

Para la clasificación se tomó en cuenta los siguientes tipos de vehículos:

**Livianos:** Autos, jeeps, camionetas y furgonetas.

**Pesados 2 ejes:** Camiones y Volquetas.

**Pesados 3 ejes:** Camiones.

Pese a que en las hojas de conteos se incluyeron buses de 2 y 3 ejes. En el punto de conteo no se registró ningún vehículo de este tipo.

**Figura 21.**

*Vehículos aforados.*



Vehículo liviano: **automóvil**



Vehículo liviano: **camioneta**



Vehículo liviano: **Furgoneta**



Vehículo pesado 2 ejes: **camión**



Vehículo pesado 2 ejes: **Volqueta**

*Nota.* Se muestran los tipos de vehículos que circulan por el punto de aforo.  
Fuente: Imágenes de Google, distintos autores.

**Figura 22.**

*Ubicación del punto de aforo.*



*Nota.* Se muestra ubicado en el mapa con un círculo rojo el punto donde se realizó el aforo vehicular. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps.

A continuación, se presentan los datos de los conteos manuales clasificatorios, realizados durante los 7 días de la semana, desde el 04 de abril del 2022 hasta el 10 de abril del 2022.

**Tabla 16.**

*Conteos vehiculares, día lunes 4 de abr. de 6 am a 7 pm, dos sentidos.*

<b>LUNES 4 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	118	30	0	2	1	
7 8	167	42	0	3	1	
8 9	73	18	0	1	1	
9 10	65	16	0	3	0	
10 11	48	12	0	2	1	
11 12	54	14	0	3	0	
12 13	62	16	0	4	0	
13 14	60	15	0	4	1	
14 15	69	17	0	8	0	
15 16	75	19	0	20	0	
16 17	56	14	0	6	1	
17 18	68	17	0	2	0	
18 19	71	18	0	1	0	

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 17.***Conteos vehiculares, día martes 5 de abr. de 6 am a 7 pm, dos sentidos.*

<b>MARTES 5 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	119	40	0	0	0	0
7 8	152	51	0	1	1	0
8 9	65	22	0	2	2	1
9 10	57	19	0	2	2	1
10 11	44	15	0	2	2	0
11 12	57	19	0	0	0	2
12 13	59	20	0	1	1	0
13 14	59	20	0	4	4	0
14 15	65	22	0	9	9	2
15 16	68	23	0	17	17	0
16 17	56	19	0	5	5	0
17 18	66	22	0	2	2	0
18 19	67	22	0	0	0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 18.***Conteos vehiculares, día miércoles 6 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos.*

<b>MIERCOLES 6 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	115	29	0	1	1	0
7 8	162	41	0	0	0	0
8 9	82	21	0	0	0	0
9 10	67	17	0	2	2	0
10 11	43	11	0	0	0	0
11 12	46	12	0	3	3	0
12 13	51	13	0	2	2	1
13 14	57	14	0	6	6	0
14 15	68	17	0	12	12	0
15 16	73	18	0	17	17	0
16 17	58	15	0	5	5	0
17 18	74	18	0	1	1	0
18 19	73	18	0	0	0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 19.***Conteos vehiculares, día jueves 7 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos.*

<b>JUEVES 7 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	114	38	0		5	0
7 8	162	54	0		3	0
8 9	79	26	0		4	2
9 10	71	24	0		3	0
10 11	59	20	0		2	0
11 12	51	17	0		5	0
12 13	57	19	0		1	0
13 14	56	19	0		10	0
14 15	65	22	0		8	0
15 16	77	26	0		19	0
16 17	61	20	0		5	0
17 18	68	23	0		4	0
18 19	63	21	0		0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 20.***Conteos vehiculares, día viernes 8 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos.*

<b>VIERNES 8 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	100	43	0		3	0
7 8	141	61	0		0	0
8 9	57	25	0		3	1
9 10	53	23	0		3	1
10 11	43	19	0		4	0
11 12	49	21	0		0	0
12 13	51	22	0		0	1
13 14	56	24	0		10	0
14 15	67	29	0		8	2
15 16	69	29	0		17	0
16 17	48	21	0		8	0
17 18	52	22	0		1	0
18 19	48	21	0		0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 21.***Conteos vehiculares, día sábado 9 de abr. de 6am a 7pm 2sentidos.*

<b>SABADO 9 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	43	11	0	0	0	0
7 8	73	18	0	3	0	0
8 9	50	12	0	0	0	0
9 10	33	8	0	1	0	0
10 11	40	10	0	2	0	0
11 12	33	8	0	1	1	1
12 13	54	14	0	0	0	0
13 14	64	16	0	3	0	0
14 15	58	14	0	7	0	0
15 16	55	14	0	6	1	1
16 17	48	12	0	3	0	0
17 18	42	10	0	0	0	0
18 19	46	12	0	0	0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

**Tabla 22.***Conteos vehiculares, día domingo 10 de abr de 6am a 7pm 2sentidos.*

<b>DOMINGO 10 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
6 7	30	13	0	0	0	0
7 8	33	14	0	0	1	1
8 9	37	16	0	1	0	0
9 10	47	20	0	0	0	0
10 11	57	25	0	2	0	0
11 12	55	24	0	1	0	0
12 13	43	18	0	0	0	0
13 14	44	19	0	0	0	0
14 15	50	21	0	0	0	0
15 16	32	14	0	1	0	0
16 17	36	15	0	0	0	0
17 18	31	13	0	0	0	0
18 19	34	14	0	0	0	0

*Nota.* Se muestran las cantidades de vehículos que circulan por el punto de aforo en ambos sentidos y clasificados según el tipo de vehículo.

### Relleno de datos.

Los conteos únicamente se los realizó 13 horas de 6am a 7 pm, por lo que es necesario completar los datos de las 11 horas faltantes mediante la siguiente formula de proyección probabilística.

$$\text{hora faltante} = \frac{\# \text{ de horas faltantes}}{24\text{horas}} * \text{ultimo dato de conteo}$$

**Tabla 23.**

*Relleno de datos de flujo vehicular día lunes 4 de abr. dos sentidos.*

LUNES 4 DE ABRIL 2022						
HORA	Livianos	Busetas	Bus	Camión 2 ejes	Volqueta y camiones de 3 ejes	
0 1	1	0	0	0		0
1 2	2	0	0	0		0
2 3	5	1	0	0		0
3 4	11	3	0	0		0
4 5	25	6	0	0		0
5 6	54	14	0	1		0
6 7	118	30	0	2		1
7 8	167	42	0	3		1
8 9	73	18	0	1		1
9 10	65	16	0	3		0
10 11	48	12	0	2		1
11 12	54	14	0	3		0
12 13	62	16	0	4		0
13 14	60	15	0	4		1
14 15	69	17	0	8		0
15 16	75	19	0	20		0
16 17	56	14	0	6		1
17 18	68	17	0	2		0
18 19	71	18	0	1		0
19 20	33	8	0	0		0
20 21	15	4	0	0		0
21 22	7	2	0	0		0
22 23	3	1	0	0		0
23 24	1	0	0	0		0
Total	1143	287	0	60		6

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 24.***Relleno de datos de flujo vehicular día martes 5 de abr. dos sentidos.*

<b>MARTES 5 DE ABRIL 2022</b>					
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>
0 1	1	0	0	0	0
1 2	2	1	0	0	0
2 3	5	2	0	0	0
3 4	11	4	0	0	0
4 5	25	8	0	0	0
5 6	55	18	0	0	0
6 7	119	40	0	0	0
7 8	152	51	0	1	0
8 9	65	22	0	2	1
9 10	57	19	0	2	1
10	44	15	0	2	0
11					
11	57	19	0	0	2
12					
12	59	20	0	1	0
13					
13	59	20	0	4	0
14					
14	65	22	0	9	2
15					
15	68	23	0	17	0
16					
16	56	19	0	5	0
17					
17	66	22	0	2	0
18					
18	67	22	0	0	0
19					
19 20	31	10	0	0	0
20 21	14	5	0	0	0
21 22	6	2	0	0	0
22 23	3	1	0	0	0
23 24	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1088</b>	<b>365</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>6</b>

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 25.***Relleno de datos de flujo vehicular día miercoles 6 de abr. dos sentidos.*

<b>MIERCOLES 6 DE ABRIL 2022</b>					
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>
0 1	1	0	0	0	0
1 2	2	0	0	0	0
2 3	5	1	0	0	0
3 4	11	3	0	0	0
4 5	24	6	0	0	0
5 6	53	13	0	0	0
6 7	115	29	0	1	0
7 8	162	41	0	0	0
8 9	82	21	0	0	0
9 10	67	17	0	2	0
10 11	43	11	0	0	0
11 12	46	12	0	3	0
12 13	51	13	0	2	1
13 14	57	14	0	6	0
14 15	68	17	0	12	0
15 16	73	18	0	17	0
16 17	58	15	0	5	0
17 18	74	18	0	1	0
18 19	73	18	0	0	0
19 20	33	8	0	0	0
20 21	15	4	0	0	0
21 22	7	2	0	0	0
22 23	3	1	0	0	0
23 24	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1124</b>	<b>282</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>1</b>

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: Autor.

**Tabla 26.***Relleno de datos de flujo vehicular día jueves 7 de abr. dos sentidos.*

<b>JUEVES 7 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
0 1	1	0	0	0	0	0
1 2	2	1	0	0	0	0
2 3	5	2	0	0	0	0
3 4	11	4	0	0	0	0
4 5	24	8	0	1	0	0
5 6	52	17	0	2	0	0
6 7	114	38	0	5	0	0
7 8	162	54	0	3	0	0
8 9	79	26	0	4	2	0
9 10	71	24	0	3	0	0
10	59	20	0	2	0	0
11						
11	51	17	0	5	0	0
12						
12	57	19	0	1	0	0
13						
13	56	19	0	10	0	0
14						
14	65	22	0	8	0	0
15						
15	77	26	0	19	0	0
16						
16	61	20	0	5	0	0
17						
17	68	23	0	4	0	0
18						
18	63	21	0	0	0	0
19						
19 20	29	10	0	0	0	0
20 21	13	5	0	0	0	0
21 22	6	2	0	0	0	0
22 23	3	1	0	0	0	0
23 24	1	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1130</b>	<b>379</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 27.***Relleno de datos de flujo vehicular día viernes 8 de abr. dos sentidos.*

<b>VIERNES 8 DE ABRIL 2022</b>					
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>
0 1	1	0	0	0	0
1 2	2	1	0	0	0
2 3	5	2	0	0	0
3 4	10	4	0	0	0
4 5	21	9	0	0	0
5 6	46	20	0	1	0
6 7	100	43	0	3	0
7 8	141	61	0	0	0
8 9	57	25	0	3	1
9 10	53	23	0	3	1
10 11	43	19	0	4	0
11 12	49	21	0	0	0
12 13	51	22	0	0	1
13 14	56	24	0	10	0
14 15	67	29	0	8	2
15 16	69	29	0	17	0
16 17	48	21	0	8	0
17 18	52	22	0	1	0
18 19	48	21	0	0	0
19 20	22	10	0	0	0
20 21	10	5	0	0	0
21 22	5	2	0	0	0
22 23	2	1	0	0	0
23 24	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>959</b>	<b>414</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>5</b>

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 28.***Relleno de datos de flujo vehicular día sábado 9 de abr. dos sentidos.*

<b>SABADO 9 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
0 1	0	0	0	0	0	0
1 2	1	0	0	0	0	0
2 3	2	0	0	0	0	0
3 4	4	1	0	0	0	0
4 5	9	2	0	0	0	0
5 6	20	5	0	0	0	0
6 7	43	11	0	0	0	0
7 8	73	18	0	3	0	0
8 9	50	12	0	0	0	0
9 10	33	8	0	1	0	0
10	40	10	0	2	0	0
11						
11	33	8	0	1	0	1
12						
12	54	14	0	0	0	0
13						
13	64	16	0	3	0	0
14						
14	58	14	0	7	0	0
15						
15	55	14	0	6	0	1
16						
16	48	12	0	3	0	0
17						
17	42	10	0	0	0	0
18						
18	46	12	0	0	0	0
19						
19 20	21	6	0	0	0	0
20 21	10	3	0	0	0	0
21 22	5	1	0	0	0	0
22 23	2	0	0	0	0	0
23 24	1	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>714</b>	<b>177</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 29.***Relleno de datos de flujo vehicular día domingo 10 de abr. dos sentidos.*

<b>DOMINGO 10 DE ABRIL 2022</b>						
<b>HORA</b>	<b>Livianos</b>	<b>Busetas</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Volqueta y camiones de 3 ejes</b>	
0 1	0	0	0	0	0	0
1 2	0	0	0	0	0	0
2 3	1	0	0	0	0	0
3 4	3	1	0	0	0	0
4 5	6	3	0	0	0	0
5 6	14	6	0	0	0	0
6 7	30	13	0	0	0	0
7 8	33	14	0	0	0	1
8 9	37	16	0	1	0	0
9 10	47	20	0	0	0	0
10	57	25	0	2	0	0
11						
11	55	24	0	1	0	0
12						
12	43	18	0	0	0	0
13						
13	44	19	0	0	0	0
14						
14	50	21	0	0	0	0
15						
15	32	14	0	1	0	0
16						
16	36	15	0	0	0	0
17						
17	31	13	0	0	0	0
18						
18	34	14	0	0	0	0
19						
19 20	16	6	0	0	0	0
20 21	7	3	0	0	0	0
21 22	3	1	0	0	0	0
22 23	1	0	0	0	0	0
23 24	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>580</b>	<b>246</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	

*Nota.* Se muestran los datos rellenos para las 24 horas. Elaborado por: El Autor.

#### 4.4. Clasificación de la calle según la normativa MOP 2003.

Usaremos la clasificación de la normativa MOP 2003 la misma que depende del TPDA de diseño cuyo cálculo se encuentra en el capítulo 4.5.

Según la clasificación de la norma MOP 2003 la calle se cataloga como clase III.

**Tabla 30.**

*Tabla de clasificación de vías MOP 2003*

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE III 300 – 1 000 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE IV 100 – 300 TPDA <sup>(1)</sup>						CLASE V MENOS DE 100 TPDA <sup>(1)</sup>											
	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 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>	60	50	40	50	35	25 <sup>(9)</sup>
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	80	20 <sup>(9)</sup>	110	75	42	75	80	20 <sup>(9)</sup>
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	150	110	150	150	110	150	150	110	150
Peralte	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
Coefficiente "K" para: <sup>(2)</sup>																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	48	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 <sup>(3)</sup> 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 <sup>(3)</sup> mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 <sup>(8)</sup>											
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 <sup>(3)</sup> 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 <sup>(6)</sup> - 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) <sup>(7)</sup> 0,50 m mínimo a cada lado																																			
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

#### 4.4.1 Clasificación de la calle según la Norma de Arquitectura y Urbanismo.

Al igual que en la clasificación de la normativa MOP 2003, la clasificación según la norma de Arquitectura y Urbanismo también depende del TPDA de diseño cuyo cálculo se encuentra en el capítulo 4.5

Según norma de Arquitectura y Urbanismo en la pág. 43: la calle se cataloga como Arterial Secundaria.

#### 4.5. TPDA (Tráfico promedio diario anual).

##### Tráfico promedio semanal (TPDS)

El tráfico promedio diario semanal resulta de la división entre el volumen de vehículos que pasan durante una semana para siete (7)

### **Trafico promedio diario anual**

El valor del TPDA es la aplicación de factores de ajuste al valor del TPDS, el mismo que se detalló su proceso de obtención anteriormente y cuyos resultados constan en el cuadro: “Proyección de tráfico y trafico promedio diario anual”.

### **Factor de ajuste semanal:**

Se asume para el proyecto que el tráfico promedio semanal (TPDS) es igual al tráfico promedio mensual, debido a que no existen factores o eventos que alteren considerablemente el flujo vehicular entre una semana u otra.

### **Factor estacional de ajuste mensual:**

El valor de este factor se obtiene del consumo de combustibles en la provincia de Pichincha, y depende de la fecha de realización de los aforos vehiculares.

Para la provincia de Pichincha en el mes de abril el factor mensual es  $F_m = 1.0168$ . Este factor fue tomado del diseño de la vía “FRANCISCO LIZARAZU” del paquete de pavimentación del EPMOP de la Gasca-Quito en el mes de abril del 2022.

Los resultados constan en el cuadro: “Proyección de tráfico y trafico promedio diario anual”.

**Tabla 31.**

*TPDA en la calle paralela (Buena Ventura).*

PROYECCIÓN DE TRÁFICO Y TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL					
<b>CALLE / AVENIDA:</b>	S34W Buena Ventura				
<b>INTERSECCIÓN:</b>	2				
<b>SENTIDO:</b>	4 - 10 de abril de 2022				
<b>FECHA:</b>					
CONTEOS VEHICULARES (7 DÍAS)	TIPO VEHICULO				
	Livianos		Bus	Camión	Camión
TRAMO	Automóvil	Camioneta		2 ejes	3 ejes
2 sentidos (1)	1143	287	0	60	6
2 sentidos (2)	1088	365	0	45	6
2 sentidos (3)	1124	282	0	49	1
2 sentidos (4)	1130	379	0	72	2
2 sentidos (5)	959	414	0	58	5
2 sentidos (6)	714	177	0	26	2
2 sentidos (7)	580	246	0	5	1
<b>Total =</b>	<b>6738</b>	<b>2150</b>	<b>0</b>	<b>315</b>	<b>23</b>

1 SEMANA	TIPO VEHICULO				
DÍAS	Livianos		Bus	Camión	Camión
	Automóvil	Camioneta		2 ejes	3 ejes
Lunes a Domingo	6738	2150	0	315	23

1 MES	TIPO VEHICULO					
FACTOR	1	Livianos		Bus	Camión	Camión
		Automóvil	Camioneta		2 ejes	3 ejes
Lunes a Domingo		6738	2150	0	315	23

ANUAL	TIPO VEHICULO					
FACTOR	1.0168	Livianos		Bus	Camión	Camión
		Automóvil	Camioneta		2 ejes	3 ejes
Lunes a Domingo		6851	2186	0	321	23

TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL		TIPO VEHICULO				
		Livianos		Bus	Camión	Camión
		Automóvil	Camioneta		2 ejes	3 ejes
Lunes a Domingo	Cantidad	979	312	0	46	3
	Porcentaje	73.06	23.28	0	3.44	0.22

<b>TPDA (Calle paralela)</b>	<b>1340</b>
------------------------------	-------------

*Nota.* Se muestra el proceso numérico para la determinación del TPDA. Elaborado por: El Autor

### **Trafico promedio diario anual (TPDA).**

El TPDA es un parámetro necesario en el diseño de los atributos de la carretera y para su obtención fue necesario realizar varias actividades de campo, entre las cuales se puede mencionar: conteos volumétricos manuales clasificatorios.

El TPDA calculado se obtuvo con los datos de aforo de la calle “Carlos Freilie” la misma que se encuentra paralela a la calle “S34W”. Por lo tanto, debido a que las dos calles son de doble sentido y de un carril por sentido se adoptaría inicialmente un 50% del TPDA calculado a la Calle en proyecto, pero tomando en consideración que la calle “S34W” tiene un ancho de vía más angosto de hasta 4.5 m en el tramo de menor sección y pendientes más pronunciadas de hasta el 17%, se reduce el porcentaje a un 35% del TPDA calculado.

**Tabla 32.**

*TPDA en la calle “S34W”.*

<b>TPDA Calle "S34W"</b>				
<b>Livianos</b>		<b>Bus</b>	<b>Camión</b>	<b>Camión</b>
<b>Automóvil</b>	<b>Camioneta</b>		<b>2 ejes</b>	<b>3 ejes</b>
343	109	0	16	2

$$\text{TPDA (Calle "S34W")} = 470$$

#### **4.6. Proyección del tráfico.**

El tráfico promedio diario anual (TPDA) se proyecta para el periodo de "diseño" del proyecto que se considera 20 años, proyección que servirá entre otros aspectos, en los siguientes:

### Tasa de crecimiento

La MTOP ya nos proporciona tabulado un cuadro con los factores multiplicativos, para la obtención de un tráfico futuro.

**Tabla 33.**

*Tasa de crecimiento vehicular.*

PERIODO		LIVIANO	BUSES	CAMIONES
2022	2027	3.15	2.48	2.46
2027	2032	3.15	2.48	2.46
2032	2037	3.15	2.48	2.46
2037	2042	3.15	2.48	2.46

*Nota.* Se muestra la tasa de crecimiento vehicular para la proyección de tráfico futuro.  
Fuente: Tasas de crecimiento vehicular del MTOP

Con los datos de las tasas de crecimiento vehicular y el valor del TPDA usaremos la siguiente expresión matemática planteada por la norma MTOP

$$TPDA_f = TPDA_a(1 + \alpha)^n$$

Donde:

$TPDA_f$  = tráfico promedio diario anual futuro

$TPDA_a$  = tráfico promedio diario anual actual

$\alpha$  = tasa de crecimiento del trafico

n = número de años

Utilizando las tasas de crecimiento calculadas y aplicando la expresión matemática antes indicada, se proyecta el tráfico asignado al proyecto, para un periodo de 20 años. La proyección de la Demanda se presenta en el siguiente cuadro.

## Proyección del tráfico promedio diario anual

**Tabla 34.**

*Proyección de tráfico vehicular*

AÑO	PROYECCION DEL TRAFICO ASIGNADO AMBOS SENTIDOS					
	Livianos		Camión	Camión	TPDA	
	Automóvil	Camionetas	2 ejes	3 ejes		
2022	1	343	109	16	2	471
2023	2	354	112	16	2	486
2024	3	365	116	17	2	501
2025	4	376	120	17	2	517
2026	5	388	123	18	2	533
2027	6	401	127	18	2	550
2028	7	413	131	19	2	567
2029	8	426	135	19	2	585
2030	9	440	140	19	2	604
2031	10	453	144	20	2	623
2032	11	468	149	20	3	642
2033	12	482	153	21	3	662
2034	13	498	158	21	3	683
2035	14	513	163	22	3	705
2036	15	529	168	22	3	727
2037	16	546	174	23	3	750
2038	17	563	179	24	3	774
2039	18	581	185	24	3	798
2040	19	599	190	25	3	823
2041	20	618	196	25	3	849
<b>2042</b>	<b>21</b>	<b>638</b>	<b>203</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>876</b>

*Nota.* Se muestra los resultados de la proyección vehicular. Elaborado por: El Autor.

### **Determinación del tráfico del proyecto**

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

$$Trafico\ Proyecto = tráfico\ futuro + tráfico\ generado + tráfico\ desviado$$

**Tráfico futuro.** - Es la proyección del volumen de vehículos para 20 años, esta proyección se basa en el tráfico actual y en la tasa de crecimiento vehicular de la MTOP

**Tráfico generado.** - Es la cantidad de tráfico, que debido a la adecuación de la calle en proyecto y al progreso socioeconómico, este tráfico se generaría solo si se da la intervención para el mejoramiento de la calle y se produce dentro de los dos primeros años a partir de la intervención vial.

Para obtener un valor del tráfico generado la Norma AASHTO establece un rango de entre el 5% y el 25% del tráfico actual, y para esta calle el porcentaje asumido es el 5%

$$Tgenerado = \frac{5}{100} * TA$$

$$Tgenerado = \frac{5}{100} * 1340$$

$$Tgenerado = 67$$

**Tráfico desviado.** - Actualmente el tráfico actual de esta calle tiende a cero por lo que los aforos de volumen vehicular se han realizado en la vía paralela y se ha tomado el 100% de este volumen para el diseño de la calle en proyecto. Por lo tanto, el tráfico desviado es cero.

### **TPDA**

$$TPDA = Tf + Tg$$

**Tabla 35.**

*TPDA Proyectado a 20 años en la Calle "S34W"*

<b>TPDA Calle "S34W"</b>						
	<b>Livianos</b>		<b>Bus</b>	<b>Camión</b>	<b>Camión</b>	<b>Total</b>
	<b>Automóvil</b>	<b>Camioneta</b>		<b>2 ejes</b>	<b>3 ejes</b>	
<b>TPDA actual</b>	343	109	0	16	2	470
<b>%</b>	72.98	23.19	0.00	3.40	0.43	100
<b>TPDA futuro</b>	688	219	0.00	32	4	943

*Nota.* Se muestra la determinación del TPDA futuro. Elaborado por: El Autor.

**TPDA = 943**

## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO GEOMÉTRICO**

#### **5.1. Criterios de diseño.**

Los criterios de diseño se basan en la normativa de Arquitectura y Urbanismo de Quito, complementándola con los parámetros de diseño de la norma MTOP. Estas dos normas mencionadas anteriormente son las que no darán los parámetros iniciales para el diseño geométrico, pero sobre estas dos normativas prevalece factores como líneas de fabrica existentes, entradas a las casas, nivel de rasante existente.

#### **5.2. Diseño horizontal.**

Como se había mencionado anteriormente el diseño horizontal se verá forzado por las líneas de fabrica existentes, y luego por las normativas de diseño.

##### **5.2.1 Curvas Circulares.**

Estas curvas se caracterizan por que las continúan tramos rectos al finalizar por los dos sentidos, se compone por un punto inicial el cual se denomina punto de curva “Pc” y un punto final, el cual se denomina “Pt”, conformada por un radio de curvatura y un ángulo de deflexión. Mediante el radio y el ángulo de deflexión podemos obtener la external, la cuerda y la longitud de la curva.

##### **5.2.2 Curvas Espirales.**

Las curvas espirales se emplean cuando se tiene dos curvas independientes que no tienen suficiente separación entre sí.

Para este proyecto después de haber diseñado el trazado horizontal se determinó que no fue necesario emplear curvas espirales.

### **5.2.3. Radios mínimos.**

La Norma de Diseño Geométrico MOP 2003, establece un radio de giro mínimo de 40m, y la norma de Arquitectura y Urbanismo Permite un radio mínimo de 7.32m. El diseño de esta calle tiene los valores mas bajos de radios de giro de 50m, 65m y 70m el resto de radios superan los 100m y 200m, por lo tanto, se cumple con los parámetros de las dos normas.

### **5.2.4. Factores de seguridad.**

Los factores de seguridad predominantes en el diseño horizontal son: la velocidad establecida en 40km/h, los radios mínimos en las en las curvas horizontales de 40m, por lo tanto, los radios de diseño superan considerablemente al mínimo establecido;

## **5.3. Diseño vertical.**

Para el diseño vertical se toma en cuenta los parámetros de la Normativa de Arquitectura y Urbanismo y la Noma de Diseño Geométrico 2003 del Ministerio de Obras Públicas.

### **5.3.1. Pendientes máximas y mínimas.**

Las pendiente mínima y máxima nos da la norma de Arquitectura y urbanismo de Quito la misma que según el tipo de calle tiene tabulado los parámetros máximos y mínimos. En cuanto a la clasificación de la zona se la ha tomado como Local Suburbana ya que cumple con la definición de estar en un sector cerca del distrito metropolitano, que está bajo su jurisdicción y que además está en proyecto de una urbanización completa.

Según el Artículo 32 de la norma de Arquitectura y Urbanismo para vías Locales y Urbanas, se ha clasificado como una calle arterial secundaria ya que no

cumple con la cantidad de TPDA para ser una calle arterial principal. Tomando en cuenta esta clasificación la vía debe tener una pendiente vertical de 6% máximo, pero tomando en cuenta la rasante existente y algunas entradas existentes de los predios se ha diseñado con pendientes de máximo 17%. La toma de este porcentaje de pendiente se justifica por la Normativa de Diseño Geométrico 2003, en el capítulo 3 (Valores de diseño recomendado), permite tener una pendiente máxima del 14% y en la pág. 469 en el literal #3 menciona que se permite aumentar 3% en la pendiente para vías de clase III ubicadas en una zona montañosa con relieve ondulado.

### **5.3.2. Curvas parabólicas cóncavas y conexas.**

Para esta calle de clasificación tipo III, la Norma de Diseño Geométrico 2003, establece valores del Coeficiente K. Este coeficiente se basa en la distancia que el conductor tiene de visibilidad frontal en la vía.

Para curvas verticales convexas el valor del Coeficiente “K” se determina con la siguiente relación

$$K = S^2 / 426$$

Donde S es la distancia de velocidad para parada.

Para la calle de este proyecto la norma establece en la página 211 un valor del coeficiente K de mínimo 4 para curvas convexas. En el diseño el valor de K mínimo es de 4 y otras curvas incluso sobrepasan este valor, cumpliendo así lo establecido según la norma de diseño.

Para curvas verticales cóncavas el coeficiente del valor “K” se determina con la siguiente relación.

$$K = \frac{S^2}{122} + 3.5S$$

Para la calle de este proyecto la norma establece en la página 469 un valor del coeficiente K de mínimo 6 para curvas cóncavas, por lo tanto en el diseño si se cumple este parámetro.

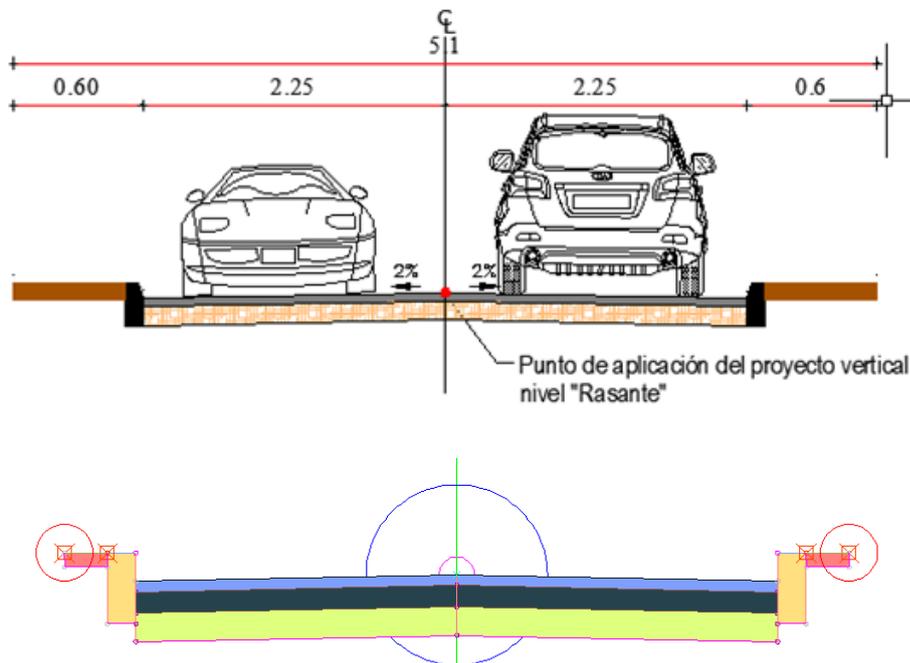
#### 5.4. Diseño transversal.

El ancho total de la calle mide 4.5m quedando 2.5m de espacio para cada carril, la acera en el punto mas angosto tiene un ancho de 0.5m a cada lado de la calzada.

Este diseño transversal se forzó a tener anchos reducidos debido a las líneas de fabrica existentes.

**Figura 23.**

*Sección típica de la Calle "S34W"*



*Nota.* Se muestra las dimensiones de los anchos de acera y calzada de la calle.  
Elaborado por: El Autor a través de Bloques de AutoCAD

### 5.4.1. Trazado vial.

A continuación, se muestran los valores de diseño que se han detallado y explicado en cada uno de los subcapítulos anteriores de diseño geométrico.

**Tabla 36.**

*Valores de diseño horizontal.*

DATOS DE CURVAS HORIZONTALES														
#	PUNTO	DATOS DE LA CURVA							DATOS DE LA TANGENTE INICIAL					
		Abs	Norte	Este	Radio:	Longitud:	Tangente:	External:	Descrip.	Abs	Norte	Este	Length	Dirección
1	PC:	0+10.060	9968387.8	491131.02	150	12.569	6.288	0.132	Inicio	0+00.000	9968393.8	491122.96	10.06	S 53° 13'__ 52.8710" E
	PI:		9968267.64	491041.23					Fin	0+10.060	9968387.8	491131.02		
	PT:	0+22.629	9968379.87	491140.76										
2	PC:	0+56.707	9968357.25	491166.26	275	26.517	13.269	0.32	Inicio	0+22.629	9968379.9	491140.76	34.08	S 48° 25'__ 48.7955" E
	PI:		9968151.51	490983.79					Fin	0+56.707	9968357.3	491166.26		
	PT:	0+83.224	9968338.73	491185.22										
3	PC:	1+12.840	9968317.04	491205.38	205	12.964	6.484	0.103	Inicio	0+83.224	9968338.7	491185.22	29.62	S 42° 54'__ 19.9044" E
	PI:		9968456.6	491355.54					Fin	1+12.840	9968317	491205.38		

	PT:	1+25.805	9968307.83	491214.5										
4	PC:	1+49.678	9968291.4	491231.82	80	32.597	16.528	1.689	Inicio	1+25.805	9968307.8	491214.5	23.87	S 46° 31' _ 44.2929" E
	PI:		9968349.46	491286.86					Fin	1+49.678	9968291.4	491231.82		
	PT:	1+82.275	9968274.35	491259.34										
5	PC:	2+26.520	9968259.12	491300.88	155	71.614	36.458	4.23	Inicio	1+82.275	9968274.3	491259.34	44.25	S 69° 52' __ 28.2376" E
	PI:		9968404.66	491354.21					Fin	2+26.520	9968259.1	491300.88		
	PT:	2+98.134	9968250.61	491371.35										
6	PC:	3+03.684	9968251.22	491376.86	50	6.986	3.499	0.122	Inicio	2+98.134	9968250.6	491371.35	5.55	N 83° 39' __ 12.4581"
	PI:		9968300.91	491371.34					Fin	3+03.684	9968251.2	491376.86		E
	PT:	3+10.670	9968252.47	491383.73										
7	PC:	3+15.467	9968253.66	491388.38	75	8.995	4.503	0.135	Inicio	3+10.670	9968252.5	491383.73	4.797	N 75° 38' __ 53.9363"
	PI:		9968181	491406.97					Fin	3+15.467	9968253.7	491388.38		E
	PT:	3+24.462	9968255.37	491397.21										
8	PC:	3+56.046	9968259.48	491428.52	65	33.948	17.371	2.281	Inicio	3+24.462	9968255.4	491397.21	31.58	N 82° 31' __ 13.1182"
	PI:		9968195.03	491436.98					Fin	3+56.046	9968259.5	491428.52		E
	PT:	3+89.994	9968255.11	491461.8										
9	PC:	4+08.348	9968248.1	491478.76	250	10.914	5.458	0.06	Inicio	3+89.994	9968255.1	491461.8	18.35	S 67° 33' __ 20.2605"
	PI:		9968479.16	491574.21					Fin	4+08.348	9968248.1	491478.76		E

	PT:	4+19.262	9968244.15	491488.94										
10	PC:	4+44.580	9968235.52	491512.74	250	3.663	1.831	0.007	Inicio	4+19.262	9968244.2	491488.94	25.32	S 70° 03' __ 24.8553"
	PI:		9968470.53	491598.01					Fin	4+44.580	9968235.5	491512.74		E
	PT:	4+48.243	9968234.29	491516.19										
11	PC:	4+52.887	9968232.77	491520.58	250	6.076	3.038	0.018	Inicio	4+48.243	9968234.3	491516.19	4.644	S 70° 53' __ 46.9592"
	PI:		9967996.54	491438.76					Fin	4+52.887	9968232.8	491520.58		E
	PT:	4+58.963	9968230.72	491526.29										
12	PC:	4+89.770	9968219.93	491555.15	2000	6.238	3.119	0.002	Inicio	4+58.963	9968230.7	491526.29	30.81	S 69° 30' __ 13.8997"
	PI:		9966346.54	490854.86					Fin	4+89.770	9968219.9	491555.15		E
	PT:	4+96.008	9968217.74	491560.99										
13	PC:	5+09.659	9968212.92	491573.76	250	11.098	5.55	0.062	Inicio	4+96.008	9968217.7	491560.99	13.65	S 69° 19' __ 30.5394"
	PI:		9967979.02	491485.5					Fin	5+09.659	9968212.9	491573.76		E
	PT:	5+20.757	9968208.77	491584.05										
14	PC:	5+28.640	9968205.66	491591.3	250	12.097	6.05	0.073	Inicio	5+20.757	9968208.8	491584.05	7.883	S 66° 46' __ 53.9621"
	PI:		9968435.41	491689.86					Fin	5+28.640	9968205.7	491591.3		E
	PT:	5+40.737	9968201.16	491602.53										
15	PC:	5+49.214	9968198.2	491610.47	250	6.233	3.117	0.019	Inicio	5+40.737	9968201.2	491602.53	8.476	S 69° 33' __ 15.0166"
	PI:		9967963.95	491523.14					Fin	5+49.214	9968198.2	491610.47		E

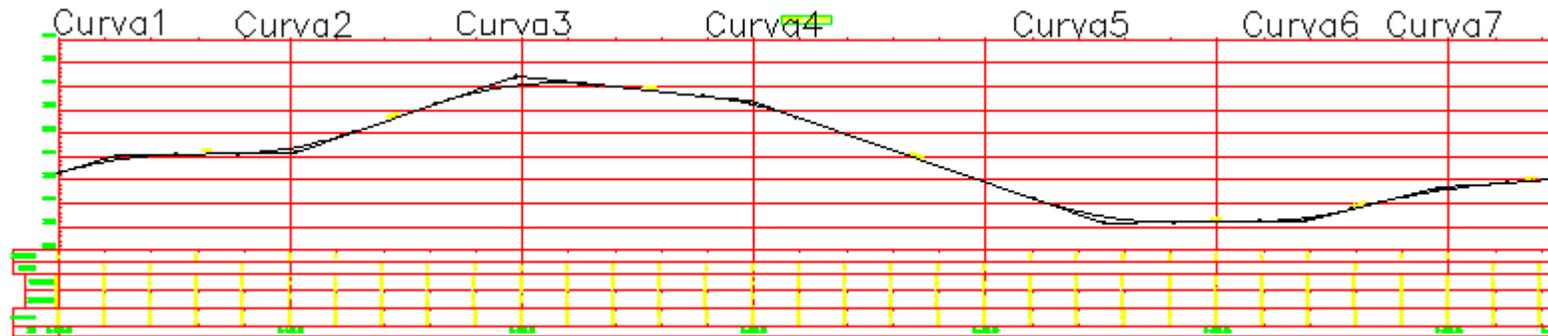
	PT:	5+55.447	9968195.95	491616.28										
16	PC:	5+78.295	9968187.44	491637.49	250	6.27	3.135	0.02	Inicio	5+55.447	9968196	491616.28	22.85	S 68° 07' __ 32.0158"
	PI:		9968419.44	491730.63					Fin	5+78.295	9968187.4	491637.49		E
	PT:	5+84.564	9968185.18	491643.33										
17	PC:	5+99.269	9968180.04	491657.11	250	7.461	3.731	0.028	Inicio	5+84.564	9968185.2	491643.33	14.71	S 69° 33' __ 44.7603"
	PI:		9967945.78	491569.82					Fin	5+99.269	9968180	491657.11		E
	PT:	6+06.731	9968177.33	491664.06										
18	PC:	6+23.288	9968171.09	491679.4	250	7.492	3.746	0.028	Inicio	6+06.731	9968177.3	491664.06	16.56	S 67° 51' __ 08.8384"
	PI:		9967939.54	491585.15					Fin	6+23.288	9968171.1	491679.4		E
	PT:	6+30.779	9968168.16	491686.29										
									Inicio	6+30.779	9968168.2	491686.29	14.38	S 66° 08' __ 07.8657"
									Fin	6+45.161	9968162.3	491699.45		E

*Nota.* Se muestra los valores de diseño del diseño horizontal. Elaborado por: El Autor.

Los valores de las curvas del perfil vertical se muestran en las tablas a continuación, teniendo un total de 7 curvas verticales, como se lo puede ver en el siguiente gráfico y detallando sus valores en las tablas.

**Figura 24.**

*Perfil vertical del diseño de calle.*



*Nota.* Se muestra ubicado los sitios donde se colocaron curvas verticales. Elaborado por: El Autor a través de Civil 3d.

**Tabla 37.**

*Valores de la curva horizontal N.1.*

VALORES CURVA N. 1			
PVC	0+000.000	Elevación	3,051.488m
PVI	0+025.000	Elevación	3,055.173m
PVT	0+050.000	Elevación	3,055.426m
High Point:	0+050.000	Elevación	3,055.426m
Pendiente de entrada	14.74%	Pendiente de salida	1.01%
$\Delta$ Pendiente	13.73%	K:	3.642m
Longitud de curva	50.000m	Radio de curva	364.164m

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.1. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 38.***Valores de la curva horizontal N.2.*

<b>VALORES CURVA N. 2</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+077.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,055.699m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+102.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,055.951m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+127.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,060.201m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+077.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,055.699m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>1.01%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>17.00%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>15.99%</b>	<b>K:</b>	<b>3.127m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>50.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>312.704m</b>

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.2. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 39.***Valores de la curva horizontal N.3.*

<b>VALORES CURVA N. 3</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+162.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,066.151m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+197.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,072.101m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+232.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,070.279m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+215.588</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,070.706m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>17.00%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>-5.21%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>22.21%</b>	<b>K:</b>	<b>3.152m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>70.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>315.224m</b>

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.3. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 40.***Valores de la curva horizontal N.4.*

<b>VALORES CURVA N. 4</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+278.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,067.884m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+298.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,066.843m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+318.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,063.443m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+278.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,067.884m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>-5.21%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>-17.00%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>11.79%</b>	<b>K:</b>	<b>3.392m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>40.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>339.168m</b>

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.4. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 41.***Valores de la curva horizontal N.5.*

<b>VALORES CURVA N. 5</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+421.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,045.933m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+451.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,040.833m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+481.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,040.983m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+479.286</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,040.979m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>-17.00%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>0.50%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>17.50%</b>	<b>K:</b>	<b>3.429m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>60.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>342.857m</b>

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.5. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 42.***Valores de la curva horizontal N.6.*

<b>VALORES CURVA N. 6</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+518.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,041.168m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+538.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,041.268m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+558.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,043.741m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+518.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,041.168m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>0.50%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>12.36%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>11.86%</b>	<b>K:</b>	<b>3.371m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>40.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>337.148m</b>

*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.6. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 43.***Valores de la curva horizontal N.7.*

<b>VALORES CURVA N. 7</b>			
<b>PVC</b>	<b>0+565.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,044.606m</b>
<b>PVI</b>	<b>0+595.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,048.315m</b>
<b>PVT</b>	<b>0+625.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,049.323m</b>
<b>High Point:</b>	<b>0+625.000</b>	<b>Elevación</b>	<b>3,049.323m</b>
<b>Pendiente de entrada</b>	<b>12.36%</b>	<b>Pendiente de salida</b>	<b>3.36%</b>
<b>Δ Pendiente</b>	<b>9.01%</b>	<b>K:</b>	<b>6.662m</b>
<b>Longitud de curva</b>	<b>60.000m</b>	<b>Radio de curva</b>	<b>666.219m</b>

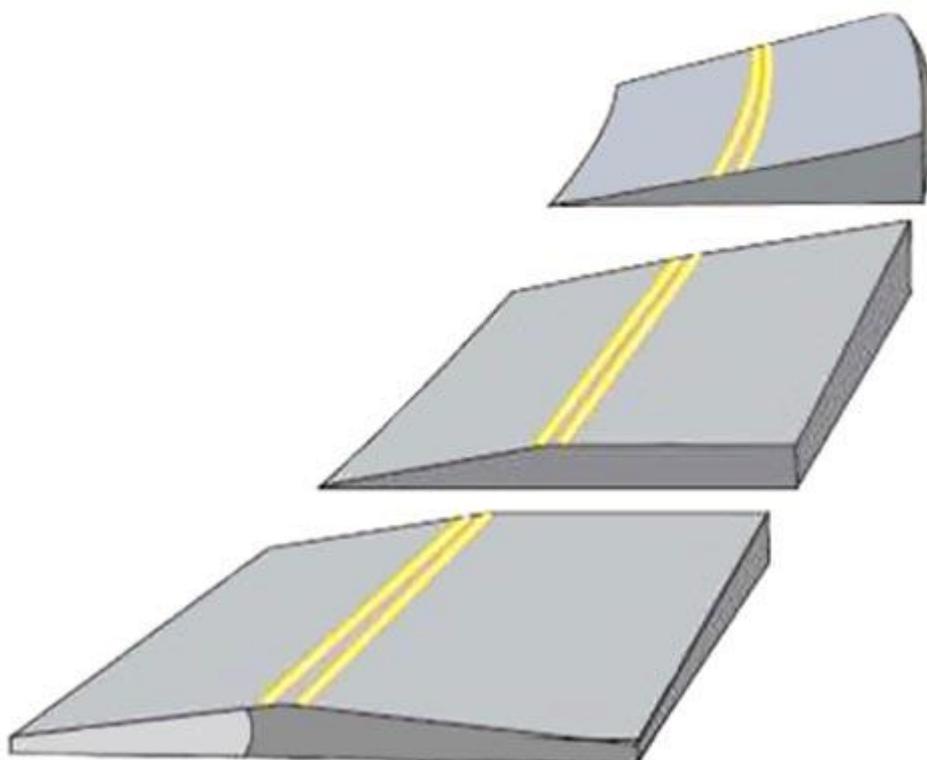
*Nota.* Se muestra los valores de diseño de la curva horizontal N.7. Elaborado por: El Autor.

#### 5.4.2. Pendiente de bombeo.

La pendiente de bombeo adoptada es del 2% que es la mínima admitida por el diseño de drenaje vial, esta pendiente en tramos rectos horizontalmente se cumple en cada lado de la calle teniendo como vértice el centro de la calle. En tramos de curvas horizontales toda la sección de la calle tiene una sola pendiente de bombeo, dirigida hacia la parte cerrada de la curva o la parte cóncava.

**Figura 25.**

*Pendientes transversales de una calle*



*Nota.* Se muestra un gráfico referencial para distinguir la pendiente de bombeo en curva y en tangente. Fuente: urban-neteorks.

En la imagen se puede ver en la parte inicial un tramo en curva que tiene una sola pendiente con dirección hacia la parte cóncava de la curva y el el tramo recto se evidencia que en los tramos rectos la pendiente de bombeo se dirige hacia las aceras.

## 5.5. Movimiento de tierras.

Con los resultados de los estudios mecánicos del suelo, se determina que el material de excavación si es apto para usarlo como material de relleno, esto debido a que el suelo es bien gradado y tiene buenas propiedades plásticas, lo que significa que también es un suelo cohesivo.

Usar en los rellenos el material de excavación ayuda mucho a disminuir los volúmenes de material de desalojo, lo que conlleva a ahorros significativos en costos de sobre acarreo.

A continuación, se muestra los valores de cortes y rellenos que se necesita realizar en cada abscisa.

**Tabla 44.**

*Volúmenes De Corte Y Relleno*

<b>VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO</b>			
<b>ABSCISA</b>	<b>VOLUMEN DE CORTE</b>	<b>VOLUMEN DE RELLENO</b>	<b>COMPENSACION</b>
0+000.000	0.00	0.00	0.00
0+010.060	30.73	0.50	30.23
0+016.344	57.69	0.50	57.19
0+020.000	74.49	0.50	73.99
0+022.629	86.28	0.50	85.78
0+040.000	141.52	1.20	140.32
0+056.707	170.01	5.71	164.30
0+060.000	174.52	7.73	166.78
0+069.965	195.00	11.57	183.43
0+080.000	231.67	11.57	220.10
0+083.224	246.62	11.57	235.05
0+100.000	299.55	42.52	257.02
0+112.840	325.03	70.96	254.07
0+119.322	341.53	73.85	267.68
0+120.000	343.34	73.97	269.38
0+125.805	357.07	78.61	278.46

---

0+140.000	400.15	107.71	292.44
0+149.678	445.21	129.92	315.29
0+160.000	504.61	151.13	353.48
0+165.976	539.90	157.77	382.13
0+180.000	601.67	159.10	442.57
0+182.275	608.93	159.53	449.40
0+200.000	672.30	163.25	509.04
0+220.000	754.80	170.05	584.74
0+226.520	782.28	173.12	609.16
0+240.000	829.73	182.96	646.77
0+260.000	911.63	226.56	685.07
0+262.327	924.73	233.49	691.24
0+280.000	1116.22	256.20	860.01
0+298.134	1486.88	256.20	1230.67
0+300.000	1534.18	256.20	1277.98
0+303.684	1626.70	256.20	1370.50
0+307.177	1712.39	256.20	1456.18
0+310.670	1798.68	256.20	1542.48
0+315.467	1923.62	256.20	1667.42
0+319.965	2047.02	256.20	1790.82
0+320.000	2048.00	256.20	1791.79
0+324.462	2165.52	256.20	1909.32
0+340.000	2502.85	256.20	2246.65
0+356.046	2823.29	256.20	2567.09
0+360.000	2907.06	256.20	2650.86
0+373.020	3157.69	256.20	2901.49
0+380.000	3271.75	256.20	3015.55
0+389.994	3403.62	256.20	3147.42
0+400.000	3495.02	256.20	3238.82
0+408.348	3541.27	256.20	3285.07
0+413.805	3558.68	256.23	3302.45
0+419.262	3567.49	257.35	3310.14
0+420.000	3568.04	257.67	3310.37
0+440.000	3574.44	296.97	3277.47
0+444.580	3574.44	314.76	3259.68
0+446.412	3574.44	323.52	3250.92
0+448.243	3574.44	333.32	3241.12
0+452.887	3574.44	363.83	3210.61
0+455.925	3574.44	388.72	3185.72
0+458.963	3574.44	412.79	3161.65
0+460.000	3574.44	419.98	3154.46
0+480.000	3574.44	519.18	3055.26
0+489.770	3574.44	550.15	3024.29
0+492.889	3574.44	559.92	3014.52
0+496.008	3574.44	569.09	3005.35
0+500.000	3574.44	578.95	2995.49

---

0+509.659	3577.87	595.75	2982.12
0+515.208	3582.48	602.27	2980.20
0+520.000	3588.75	606.08	2982.67
0+520.757	3590.06	606.48	2983.58
0+528.640	3606.77	609.59	2997.18
0+534.689	3623.34	611.13	3012.21
0+540.000	3637.97	612.04	3025.94
0+540.737	3639.80	612.12	3027.68
0+549.214	3662.31	612.76	3049.55
0+552.330	3671.66	612.90	3058.76
0+555.447	3681.93	613.07	3068.86
0+560.000	3696.82	613.41	3083.41
0+578.295	3741.46	616.89	3124.57
0+580.000	3744.30	617.36	3126.94
0+581.429	3746.46	617.73	3128.73
0+584.564	3751.15	618.46	3132.68
0+599.269	3779.75	621.70	3158.05
0+600.000	3781.48	621.85	3159.63
0+603.000	3789.00	622.48	3166.51
0+606.731	3798.27	623.17	3175.10
0+620.000	3829.32	626.76	3202.56
0+623.288	3836.90	628.38	3208.51
0+627.034	3846.21	630.14	3216.06
0+630.779	3856.71	631.14	3225.57
0+640.000	3883.45	632.70	3250.75
0+645.161	3894.65	633.43	3261.22

*Nota.* Se muestra los valores de corte y relleno del diseño. Elaborado por: El Autor.

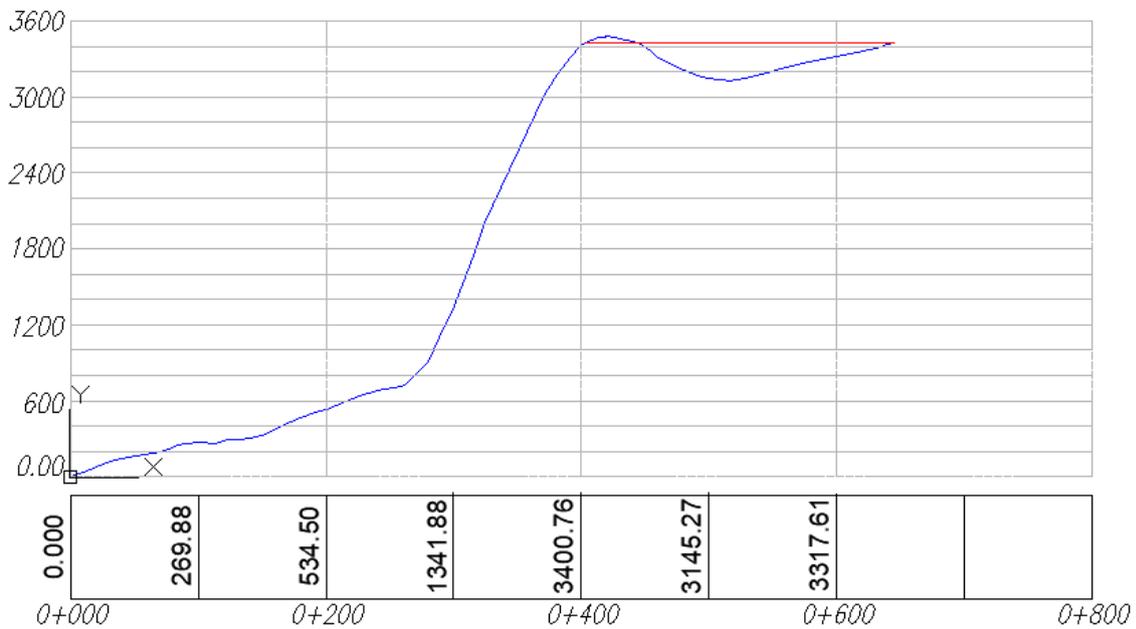
El volumen total de material de excavación  $3894.65\text{m}^3$  y el volumen de material de relleno es de  $633.43\text{m}^3$ , por lo tanto, será necesario desalojar  $3261.22\text{m}^3$  más el 5% de factor de esponjamiento asumido, se obtiene un total de material de desalojo de  $3424.3\text{m}^3$ , lo cual se proyecta trasladar hasta el botadero del Troje en la Av. Simón Bolívar, Quito, Pichincha, que se encuentra a 12 Km de la calle “S34W”

## 5.6. Curva de masas.

La curva de masas es la representación gráfica en un diagrama donde el eje vertical corresponde a los volúmenes, ya sea de corte o relleno y el eje horizontal corresponde a los valores de los kilómetros, con esta grafica nos podemos dar cuenta de la distancia de sobre acarreo que se tendrá que asumir en costos y los volúmenes de corte o relleno que sea necesario movilizar.

**Tabla 45.**

*Curva de masas*



## **CAPÍTULO VI**

### **DISEÑO DE PAVIMENTOS.**

#### **6.1. Antecedentes.**

##### **Introducción.**

En nuestro país, el diseño de las estructuras de pavimentos rígidos, flexibles es realizado utilizando las recomendaciones establecidas en la Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) edición de 1993, la cual corresponde a una metodología empírica. Para este proyecto se considera importante realizar un análisis de las metodologías propuestas por la AASSHTO para diseño de pavimento flexible.

Para ofrecer durabilidad de los materiales que conforman la estructura del pavimento se propondrá métodos de estabilización de suelos de la subrasante que permitirá tener capas de mayor capacidad de soporte y que de igual forma sean más resistentes a los agentes atmosféricos de la zona del proyecto.

##### **Clima y lluvias.**

El clima de la Parroquia de Chillogallo se clasifica como frío y lluvioso. La precipitación en La Parroquia de Chillogallo es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco.

Durante el año se registra una época seca y otra de lluvias. La época seca comprende los meses de junio, julio y agosto. El mes más lluvioso es abril y el mes más seco es julio.

## 6.2. Ejes equivalentes.

La obtención del número acumulado de ejes equivalentes parte de la curva de la forma elemental ordinaria de ejes equivalentes en función del periodo en años.

Una vez conocido el tipo de vehículo, el cual está en función de la tabla de dimensiones y pesos vehicular del MTOP, se obtiene los ejes equivalentes o transformación de vehículos los cuales darán el número de pasadas de cada uno de ellos en relación a la rueda tipo de 8.2 ton, la cual permite determinar el factor de carga equivalente parcial por eje y tipo de vehículo, para lo cual debemos considerar ejes simples, tandem y tridem.

## 6.3. Factor daño por vehículo comercial- FDV

Dicho factor se obtiene considerando el factor de carril y el sentido de circulación, para lo cual se toma las recomendaciones de la normativa AASHTO-93

### Tabla 46.

*Factor daño por vehículo comercial según el número de carriles..*

<b>Number of Lanes in Each Direction</b>	<b>Percent of 18-kip ESAL in Design Lane</b>
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

*Nota.* Se cita la tabla con los valores de porcentaje de daño asignado según el número de carriles. Fuente: Norma AASHTO-93, pág. 99

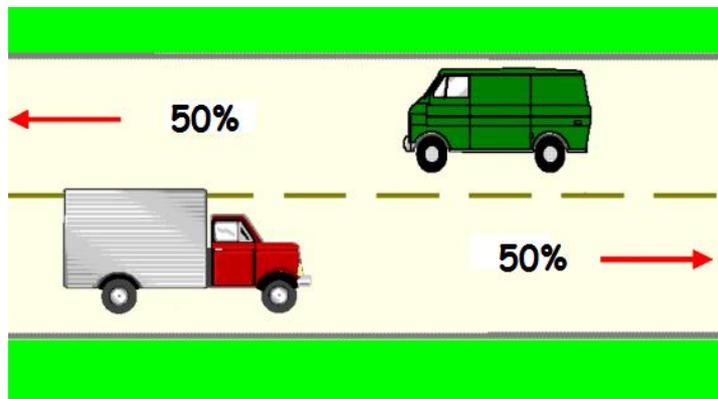
### Distribución de tránsito:

Es el volumen durante una hora en particular en el sentido predominante expresado como un porcentaje del volumen en ambos sentidos durante la misma hora.

Para el diseño se tomará en cuenta una calzada que tenga dos carriles y sentido bidireccional, por lo tanto, la DT= 0.50 (50%)

**Figura 26.**

*Distribución de tránsito.*



*Nota.* Se muestra la distribución del tránsito en cada carril de la calle. Fuente: Google.

#### **6.4. Factor de equivalencia de carga por eje según AASHTO**

##### **Factor equivalente de Carga:**

Es la transformación matemática para que todos los ejes tengan su equivalencia en número de ejes de 8.20 ton que es el eje patrón, para lo cual se considera tres tipos de Ejes, los cuales son eje simple, TAMDEM y TRIDEM, se utilizan las relaciones propuestas según AASHTO (1993)

$$EEs1 = \left(\frac{P}{6.6}\right) \wedge 4$$

$$EEs2 = \left(\frac{P}{8.2}\right) \wedge 4$$

$$EEta1 = \left(\frac{P}{14.8}\right) \wedge 4 \quad \text{eje 2 rueda 1}$$

$$EEta2 = \left(\frac{P}{15.10}\right) \wedge 4$$

$$EEtr1 = \left(\frac{P}{20.7}\right) \wedge 3.9$$

$$EEtr2 = \left(\frac{P}{21.8}\right) \wedge 3.9$$

Donde P es el peso del eje, cuyo valor está planteado en la tabla de tipo de vehículos del MOP

**Figura 27.**

*Tipos de vehículos.*

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
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 <i>octopus</i>			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

*Nota.* Se ilustra los tipos de vehículos según el MOP Ecuador y sus características. Fuente: MOP 2003

**Serviciabilidad:**

Es la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado, de lo cual se tiene un índice de servicialidad inicial denominado IPo y un índice de servicialidad final denominado IPf, el IPo es función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción,

el IPf es función de la categoría del camino y adoptada en base a esta y al criterio del proyectista, los valores recomendados son:

**Serviciabilidad inicial:**

4.5 para pavimentos rígidos

4.2 para pavimentos flexibles

**Serviciabilidad final:**

2.5 o más para caminos muy importantes

2.0 para caminos de menor tránsito

Los valores adoptados para el diseño de pavimento flexible son:  $IP_o = 4.2$  e  $IP_f = 2.0$ .

**6.5. Cuantificación del número de ESAL'S.**

Una vez que se obtiene la clasificación vehicular con su respectiva proyección y de esta manera se determina el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), para nuestro periodo de diseño, se realiza los siguientes calculos:

- Obtención del porcentaje vehicular de acuerdo al tipo o clasificación de vehiculo
- Transformación de ejes equivalentes parciales del tipo de vehiculo
- Factor de carga equivalente total, el cual resulta del producto del factor de carga equivalente parcial y del porcentaje vehicular añadido a cada tipo de vehiculo
- Perido de diseño
- Promedio del trafico actual y futuro

De los calculos mencionados en el procedimiento anterior se obtiene el ESAL's, o ejes equivalentes que pasaran sobre la vía en estudio, para lo cual se presenta la siguiente ecuación:

$$N_{8.2} = \frac{TPDA_o + TPDA_f}{2} * n * Dt * 365 * FCE$$

Donde:

TPDA<sub>o</sub> es el trafico promedio diario anual inicial, despreciando vehiculos livianos.

TPDA<sub>f</sub> es el trafico promedio diario anual futuro, despreciando vehiculos livianos.

n es el numero de años a los que se proyectó el trafico futuro.

Dt es el porcentaje de distribucion de trafico.

FCE es el factor de carga equivalente. FCE=0.7035

### Determinacion del factor de carga equivalente.

Para determinar la carga equivalente, primero debemos determinar el factor de carga equivalente parcial con las relaciones planteadas en el capitulo 6.4. Y a estos valores aplicamos el porcentaje de TPDA respectivo de cada vehiculo obtenido del calculo del TPDA global de todos los vehiculos.

**Tabla 47.**

*Factor de carga equivalente Parcial.*

TIPO DE VEHICULOS	TPDA o	PDA f	% VEHICULOS
Automóvil	343	688	-----
Camioneta	109	219	85.88
2DB	16	32	12.55
3A	2	4	1.57
<b>Total</b>	127	255	100

TIPO	CAR. TOTAL		CAR. EJE	FCE parcial	FCE parcial
	PESO	LLANTAS			
Camioneta	5	2	1.5	0.0027	0.0023
		2	3.5	0.0791	0.0679
2DB	18	2	7	1.2654	0.1588
		4	11	3.2383	0.4064
3A	27	2	7	1.2654	0.0198
		8	20	3.0776	0.0483
<b>FCE=</b>				<b>0.7035</b>	

*Nota.* Se muestra los valores de factor de carga equivalente parcial según el TPDA proyectado. Elaborado por: El Autor.

## 6.6. Clasificación de pavimentos.

### Generalidades

#### Pavimento

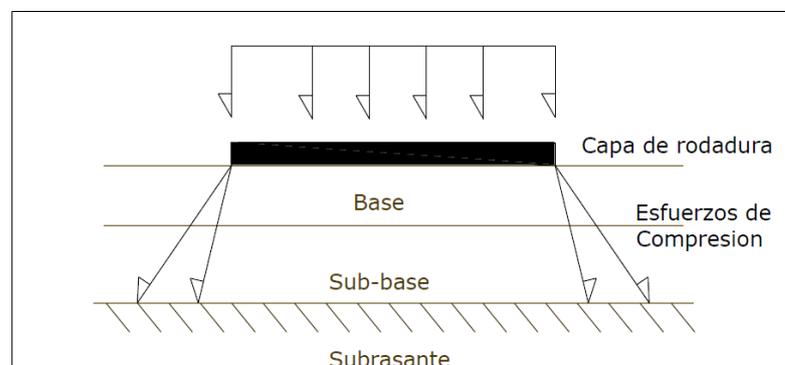
Es una estructura compuesta por un conjunto de capas de material Según INTER-BITUMEN (2018), “Las capas de pavimento reciben en forma directa las cargas del tránsito y que las transmiten a estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.” (p.1).

Según Villacis Machuca (2014), “La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia en el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que un material que no se acomoda adecuadamente se consolida por efecto de las cargas y es entonces cuando se producen las deformaciones permanentes.” (p.40).

Las capas que componen el pavimento tienen una resistencia estructural que decrece en dirección a la superficie. De la calidad del material de cada una de estas capas depende el espesor de las mismas. Las capas en mención que conforman el pavimento son las siguientes.

#### Figura 28.

*Distribución de esfuerzos en el pavimento.*



*Nota.* Se muestra cómo actúan los esfuerzos sobre las capas del pavimento Fuente: Google.

### **Sub-rasante**

Esta es la primera capa que se coloca sobre el terreno después de haber realizado las excavaciones o compactaciones de terraplenes, prácticamente esta es la cimentación de la vía.

Estas capas dependen de la calidad del suelo que se presenta en el proyecto, de acuerdo a esto se puede presentar los siguientes escenarios.

Cuando el suelo es bueno o regular no es necesario la colocación de sub-base, estos suelos son granulares bien gradados y con buena filtración.

Cuando el suelo el malo de clasificación limoso o arcilloso es necesario colocar material de mejoramiento y la sub-base debe ser de material granular

Cuando el terreno de cimentación es pésimo es necesario desalojar ese estrado y cambiar por un suelo de mejor calidad. Esto sucede cuando el suelo tiene un estrato profundo de contenido orgánico.

### **Sub-Base**

Esta capa se coloca después de la subrasante y su función radica en drenar el agua que se filtre por el pavimento. Debido a su granulometría gruesa aporta rigidez y evita deformaciones por dilatación y plasticidad.

### **Base**

Sobre esta capa se asienta la capa de rodadura por lo que esta se encarga de transmitir uniformemente los esfuerzos a las capas inferiores y al terreno.

### **Capa de rodadura**

Es la capa superficial que tiene contacto directo con los neumáticos de los vehículos esta capa tiene mayor resistencia a los esfuerzos tanto verticales como horizontales, también debe cumplir con una alta resistencia a la abrasión y resistencia a las acciones climatológicas agresivas. Además de cumplir con las características de resistencia también debe ser cómoda

para los conductores, esto se lo logra con un buen diseño de pavimentos juntamente con un diseño geométrico apegado a los parámetros de diseño y seguridad

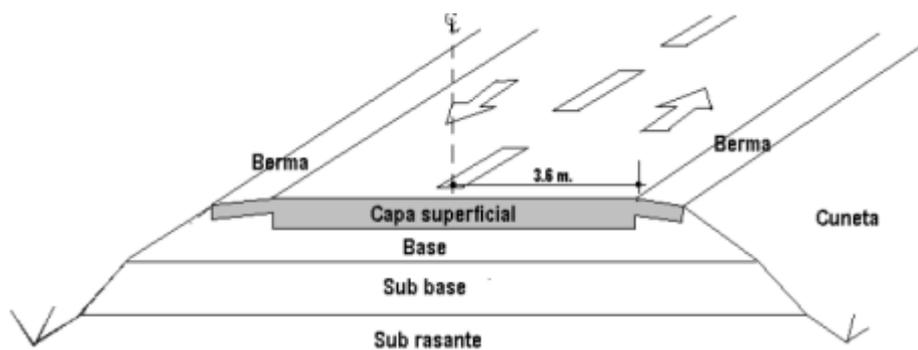
### 6.6.1 Pavimento flexible.

Se forma con capas no rígidas que conforman la base y subbase seguida de la capa asfáltica que es una mezcla de material de granulometría gruesa con asfalto o betún líquido a altas temperaturas.

Para diseñar la estructura del pavimento flexible sigue el procedimiento y metodología de la AASHTO para diseño de pavimento flexible.

### Figura 29.

*Conformación típica de un diseño de pavimento flexible.*



*Nota.* Se muestra una sección típica con bombeo de drenaje vial en dos direcciones. Fuente: Monsalve, Giraldo y Maya. (2012)

### 6.6.2. Pavimento Semi-Rígido.

En nuestro medio es más conocido como adoquinado, que como su nombre ya lo especifica: es un pavimento compuesto por adoquines que son bloques de hormigón de unos cuantos centímetros con formas geométricas apropiadas para que se enlacen entre sí.

Tiene un alto tiempo de vida útil y su colocación es sencilla. Se lo usa en caminos secundarios o en conjuntos residenciales, no son aptos para calles de altas velocidades por que producen ruidos y vibraciones en el vehículo y no son cómodas para circular.

## 6.7. Numero Estructural del concreto asfaltico.

Para determinar el número estructural se usa la siguiente expresión, la misma que nos da la seguridad de que el diseño soporta la carga total equivalente del eje de 8.2 T; en la expresión, SN no está despejada por lo mismo que la forma más rápida de determinarlo es haciendo iteraciones.

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

Donde:

- W18 = Número de aplicaciones de carga de un eje equivalente a 8.2T
  - ZR = Valor de “Z” correspondiente a la curva estandarizada
  - So = Error estándar de la predicción de tráfico y ejecución
  - ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial PSIo y PSIt
  - MR = Módulo de resiliencia (psi)
  - SN = Número estructural indicativo del espesor total de pavimento requerido
  - R = Confiabilidad
- 
- Clase o Tipo de Vía: Arterial Secundaria (según norma de Arquitectura y Urbanismo), Clase III (según MTOP)
  - Tráfico: Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)
  - Periodo de Diseño: 20 años
  - CBR (Índice California Bearing Ratio) de la sub-rasante
  - Diseño de Pavimento: Carpeta de Rodadura en caliente

## Confiabilidad para varias clasificaciones funcionales

Para el diseño se debe considerar primero la confiabilidad, de lo cual se obtiene de la Tabla 15, de la cual se adopta un valor  $R=70\%$ .

**Tabla 48.**

*Clasificación funcional y confiabilidad*

CLASIFICACION FUNCIONAL	Niveles recomendados	
	Urbanos	Rurales
Carreteras Interestatales y Viaductos	85 - 99.9	80 - 99.9
Arteriales Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
<b>Locales</b>	<b>50 - 80</b>	<b>50 - 80</b>

*Nota.* Se muestra los valores de la funcionalidad según el tipo de vía. Fuente: diseño estructural de caminos - método AASHTO '93

Desviación Estándar de la confiabilidad

$$Z_r = -0.524$$

Desviación Estándar

$$S_o = 0.4 \text{ a } 0.5$$

$$S_o = 0.45$$

Calculo del N 8.2

$$N_{8.2} = \frac{TPDA_o + TPDA_f}{2} * n * Dt * 365 * FCE$$

$$N_{8.2} = \frac{127 + 255}{2} * 20 * 0.5 * 365 * 0.7035$$

$$N_{8.2} = 490445.8187$$

**Calculo del número estructural SN.**

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

Se parte del  $\log_{10}W_{18}$ .

$$\log_{10}W_{18}$$

$$\log_{10}490445.8187$$

$$\log_{10}W_{18} = 5.6906$$

Entonces la parte derecha de la expresión debe ser igual o aproximadamente mayor al valor de  $\log_{10}W_{18}$ , para lo cual se da valores de número estructural hasta que cumpla lo dicho anteriormente.

Una vez realizado los cálculos el número estructural **SN=2.35** para pavimento flexible y la expresión queda de la siguiente manera.

$$5.6906 \lesssim 5.7016$$

### **6.8. Espesor del pavimento flexible.**

Una vez obtenido el número estructural de diseño, se procede a determinar una combinación de espesores de las capas del pavimento que alcance al número estructural deseado.

**Tabla 49.**

*Resistencia de la Subrasante*

<b>Calicata</b>	<b>Abscisa</b>	<b>CBR</b>
1	0+170	6.54
2	0+350	9.92

*Nota.* Se cita a los valores del CBR. Elaborado por: El Autor.

### **Calidad de drenaje**

Se debe considerar también la calidad de drenaje, para lo cual se tomará en cuenta los meses pluviosos, Los valores para la determinación de calidad de drenaje se obtiene de las siguientes tablas.

**Tabla 50.***Valoración de tipo de drenaje en función del tiempo de evacuación*

<b>Drenaje</b>	<b>Agua eliminada en</b>
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes

*Nota.* Se muestra la clasificación del tipo de drenaje según el tiempo de evacuación. Fuente: DISEÑO ESTRUCTURAL DE CAMINOS - METODO AASHTO '93

**Tabla 51.***Coefficiente de drenaje*

<b>Calidad</b>	<b>El agua se remueve en</b>	<b>Porcentajes de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.</b>			
		<b>&lt; 1 %</b>	<b>1 a 5 %</b>	<b>5 a 25 %</b>	<b>&gt; 25 %</b>
Excelente	2 a 4 horas	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	12 a 24 horas	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Normal	3 a 6 días	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	18 a 36 días	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy Malo	Más de 36 días	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

*Nota.* Tabla planteada para tomar un coeficiente según la calidad de drenaje. Fuente: Diseño estructural de caminos - METODO AASHTO '93

**Tabla 52.**

*Resumen de los datos utilizados para drenaje, para cada una de las capas de la estructura de pavimento:*

<b>Estructura</b>	<b>Drenaje</b>	<b>Coefficiente</b>
Rodadura	Bueno	1.00
Base	Regular	0.80
Sub base	Regular	0.80

*Nota.* Se muestra los valores de los coeficientes tomados para cada uno de las capas. Elaborado por: El autor.

**Tabla 53.**

*Estructura del Pavimento.*

CAPAS	COEFICIENTE		ESPESOR (cm)	SN PARCIAL
	Estructural	Drenaje		
Carpeta asfáltica en caliente	0.170	1.000	7.500	1.275
Base granular CBR 100%	0.054	0.800	10.000	0.432
Subbase granular	0.047	0.800	20.000	0.752
Suelo con cal	0.029	0.800	0.000	0.000
Geomalla y Geotextil	0.000	1.000	0.000	0.000
TOTAL SN=			37.500	2.459

Si el número estructural calculado es mayor o igual al número estructural que se obtuvo de tablas, se acepta la estructura.

SN calculado	≥	SN tablas
2,459	>	2,35

**Figura 30.**

*Estructura de pavimento.*



*Nota.* Se muestra la conformación y espesores de las capas del diseño de pavimento. Elaborado por: El Autor mediante plantillas de Excel.

A continuación, se presenta el resumen de las alternativas de estructuras de pavimentos calculados:

### 6.8.1. Espesor del pavimento semirrígido.

#### Pavimento Semirrígido:

El procedimiento para el diseño del pavimento semirrígido es el mismo, pero cambian los siguientes factores:

#### Perdida de servicialidad IP

<b>IP<sub>o</sub> =</b>	4,30
<b>IP<sub>f</sub> =</b>	2,00
<b>ΔISP =</b>	<b>IP<sub>o</sub> - IP<sub>f</sub></b>
<b>ΔISP =</b>	2,30

Con esta alteración, una vez realizado los cálculos el número estructural **SN=2.32** para pavimento semirrígido y la expresión queda de la siguiente manera.

$$5.69 \lesssim 5.7002$$

## 6.9. Diseños de pavimentos.

**Tabla 54.**

*Estructura del Pavimento.*

CAPAS	COEFICIENTE		ESPESOR (cm)	SN PARCIAL
	Estructural	Drenaje		
Adoquín	0.170	1.000	8.000	1.360
Base granular CBR 100%	0.054	0.800	0.000	0.000
Subbase granular	0.047	0.800	25.000	0.940
Arena o suelo seleccionado	0.025	0.800	5.000	0.100
TOTAL SN=			38.000	2.400

Si el numero estructural calculado es mayor o igual al número estructural que se obtuvo de tablas, se acepta la estructura.

<b>SN calculado</b>	$\geq$	<b>SN tablas</b>
2,400	>	2,32

### 6.9.1 Diseño Flexible

**Figura 31.**

*Estructura de pavimento flexible.*



*Nota.* Se muestra la conformación y espesores de las capas del diseño de pavimento flexible. Elaborado por: El Autor mediante plantillas de Excel.

## 6.9.2 Diseño Semirrígido

**Figura 32.**

*Estructura de pavimento Semi-Rígido.*



*Nota.* Se muestra la conformación y espesores de las capas del diseño de pavimento Semi-Rígido. Elaborado por: El Autor mediante plantillas de Excel.

## CAPÍTULO VII

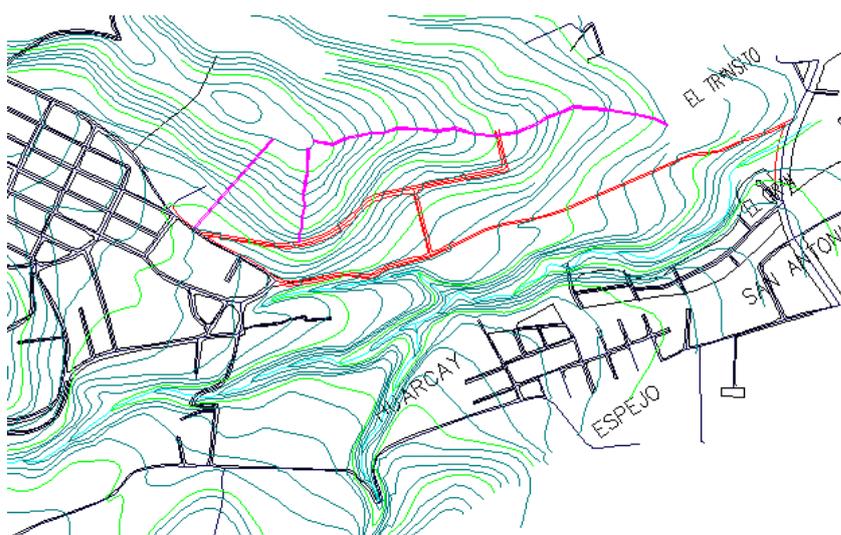
### DISEÑO DE DRENAJE

#### 7.1. Estructuras de drenaje existentes.

Actualmente la zona no cuenta con estructuras de drenaje alrededor de la calle S34W. Debido a que la calle S34W atraviesa la dirección de esorrentía de una microcuenca con una pendiente de 31%, el agua proveniente de las precipitaciones escurre hasta llegar a la calle “Carlos Freile” que cuenta con un sistema de alcantarillado mixto. Un porcentaje menor es direccionado por los sifones de las casas en los puntos bajos.

#### Figura 33.

*Causas hídricas en la zona.*



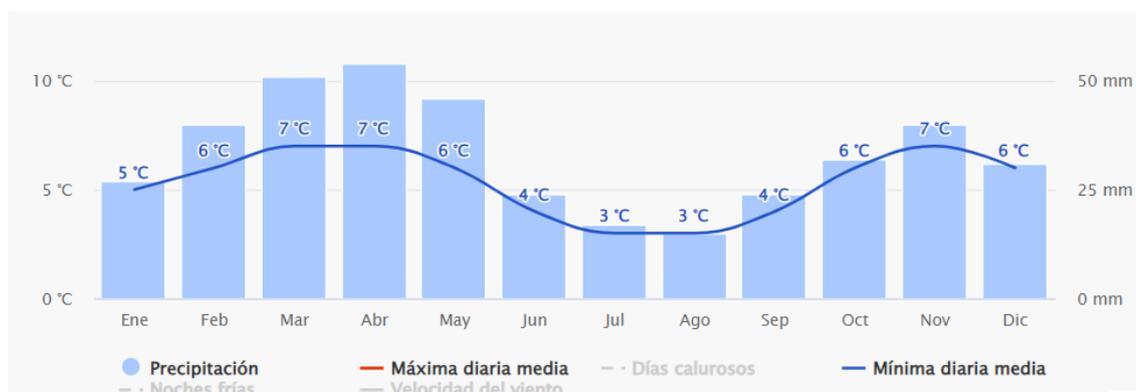
*Nota.* Se ubica con color Rojo la Calle en proyecto y la vía existente y paralelo a estas calles están en color celeste los cursos naturales de la zona. Elaborado por: El Autor mediante el Plano Cartográfico de Quito del IGM; y Autodesk.

#### 7.2. Datos históricos.

Los datos históricos presentados a continuación son el resultado de 30 años de simular modelos meteorológicos a cada hora, para con esto obtener un patrón de comportamiento climático. Según meteoblue (2022) para Quito se puede esperar el siguiente comportamiento en los siguientes años.

**Figura 34.**

*Precipitaciones mensuales en Quito.*



*Nota.* Se muestra en comportamiento esperado de las precipitaciones mensuales en la ciudad de Quito. Fuente: meteoblue.

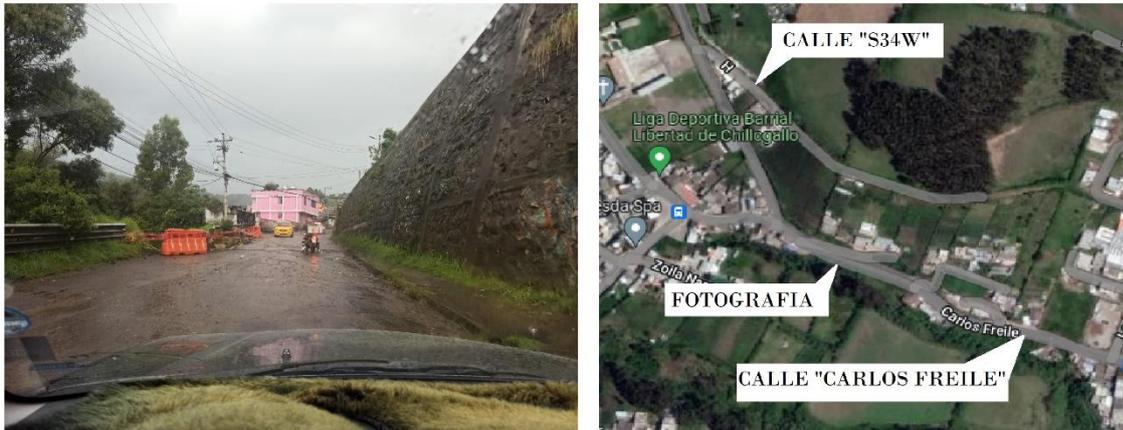
### **7.2.1 Eventos catastróficos en el barrio de Buena Ventura, debido a eventos de precipitaciones.**

En el año 2017 en Quito se ha registrado varios incidentes debido a precipitaciones de gran intensidad y duración un reportaje del periódico “EL COMERCIO” menciona:

“Uno de los últimos eventos de este tipo ocurrió en el sector de San Buenaventura de Chillogallo, al sur de Quito, donde un deslizamiento de tierra afectó a una vivienda de construcción mixta de la zona. Tras el colapso del talud saturado de agua, ninguna persona resultó herida. Personal del Cuerpo de Bomberos colaboró con el traslado de los enseres de la vivienda hacia un predio cercano. Las tres personas que residían en el inmueble fueron trasladadas a una casa acogiente y se activó el fondo de emergencia municipal.”

**Figura 35.**

*Fotografía de la calle Carlos Freile.*



*Nota.* En la fotografía se muestra la calle “Carlos Freile” el 5 de abril de 2022 un instante después de una precipitación. Se muestra acarreo de sedimento fino y mediano. Y también se divisa que una parte de la calle colapso debido a la desestabilización del talud. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps

### 7.3. Intensidades de precipitación.

La intensidad de precipitación la obtendremos por el nuevo método del INAMHI basado en los datos de sus pluviógrafos. La estación mas cercana de la zona “Sur de Quito” es la estación M0054 de la cual podremos usar una de las fórmulas establecidas para esa estación.

**Tabla 55.**

*Estación M0054*

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
M0054	QUITO OBSERVATORIO	5<30	$i = 187.2079 * T^{0.1444} * t^{-0.4379}$	0.9945	0.9890
		30<120	$i = 607.9234 * T^{0.1447} * t^{-0.7845}$	0.9970	0.9940
		120<1440	$i = 1260.0281 * T^{0.1325} * t^{-0.9321}$	0.9995	0.9990

*Nota.* Se muestran las ecuaciones planteadas para determinar la intensidad de las precipitaciones. Fuente: INANHI.

Estas fórmulas están en función de:

- a. T: Tiempo de retorno, este es el tiempo que tarda en que un evento de máxima intensidad de precipitación se repita o lo supere.

La Normativa de Diseño Geométrico 2003, establece un periodo de vida útil de 15 a 20 años por lo que el caudal de diseño para dimensionar las cunetas será calculado para un periodo de retorno de 20 años.

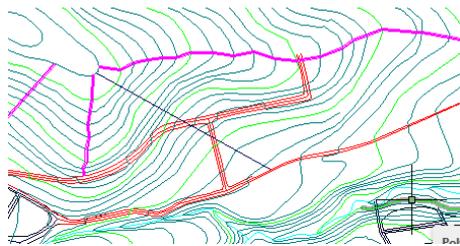
- b.  $t_c$ : duración de la precipitación. Para la obtención de este valor se puede hacerlo aplicando la fórmula de Kirprich, misma que está en función de la longitud media de la cuenca y la pendiente de la misma.

$$t_c = 0.066 * \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

L: Longitud media de la cuenca. Esta es la longitud de la cuenca hidrográfica medido en sentido de la escorrentía. La micro cuenca en estudio tiene una longitud media de 267m.

### Figura 36.

*Elevación de la microcuenca.*

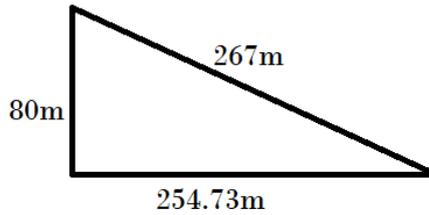


*Nota.* La línea azul es un trazo recto para obtener la pendiente de la microcuenca por triangulación. Elaborado por: El Autor a través de la Cartografía de Quito, IGM, Autodesk.

S: La pendiente se obtendrá usando relaciones trigonométricas.

La diferencia de elevaciones de la cuenca es.

$$3105\text{m} - 3025\text{m} = 80\text{m}$$



$$s = \frac{80m}{254.73m} * 100$$

$$s = 31\%$$

Aplicando la fórmula de Kirpich

$$tc = 0.066 * \left(\frac{L}{\sqrt{s}}\right)^{0.77}$$

$$tc = 0.066 * \left(\frac{0.267}{\sqrt{0.31}}\right)^{0.77}$$

$$tc = 0.037h$$

$$tc = 22.48min$$

**Tabla 56.**

*Estación M0054*

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
M0054	QUITO OBSERVATORIO	5<30	$i = 187.2079 * T^{0.1444} * t^{-0.4379}$	0.9945	0.9890
		30<120	$i = 607.9234 * T^{0.1447} * t^{-0.7845}$	0.9970	0.9940
		120<1440	$i = 1260.0281 * T^{0.1325} * t^{-0.9321}$	0.9995	0.9990

*Nota.* Se muestran las ecuaciones planteadas para determinar la intensidad de las precipitaciones. Fuente: INANHI.

Aplicando la fórmula de intensidad del estudio de lluvias intensas del INAMHI para un tiempo de duración de 132 minutos y un periodo de retorno de 20 años, se obtendrá el siguiente resultado:

$$i = 187.2079 * T^{0.1444} * t^{-0.4379}$$

$$i = 187.2079 * 20^{0.1444} * 22^{-0.4379}$$

$$i = 74.53 \frac{mm}{h}$$

#### 7.4. Valores de escorrentía.

Los valores de escorrentía son coeficientes que reducen el volumen del agua de las precipitaciones. La reducción de este volumen de agua por efectos de la escorrentía se debe a que solo un porcentaje del volumen de agua precipitada llega a las cunetas o los puntos de obras de desfogue. Varios autores han tabulado los valores de escorrentía dependiendo de:

- Clasificación del suelo.
- Relieve de la zona.
- Recubrimiento de la superficie.

**Tabla 57.**

*Coefficientes de escorrentía.*

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
<b>BOSQUES</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
<b>PASTOS</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
<b>TIERRAS CULTIVADAS</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

*Nota.* Se muestra valores de escorrentía planteados según el terreno. Fuente: Manual de drenaje para carreteras, INVIAS.

La zona del proyecto es de relieve montañosa, suelo arenoso y en la superficie la cubre la vegetación del bosque. Por lo tanto, el coeficiente de escorrentía en esta zona se tomará como 0.3 y para la escorrentía se adoptará un coeficiente de 0.8

**Figura 37.**

*Relieve transversal de la calle en proyecto.*



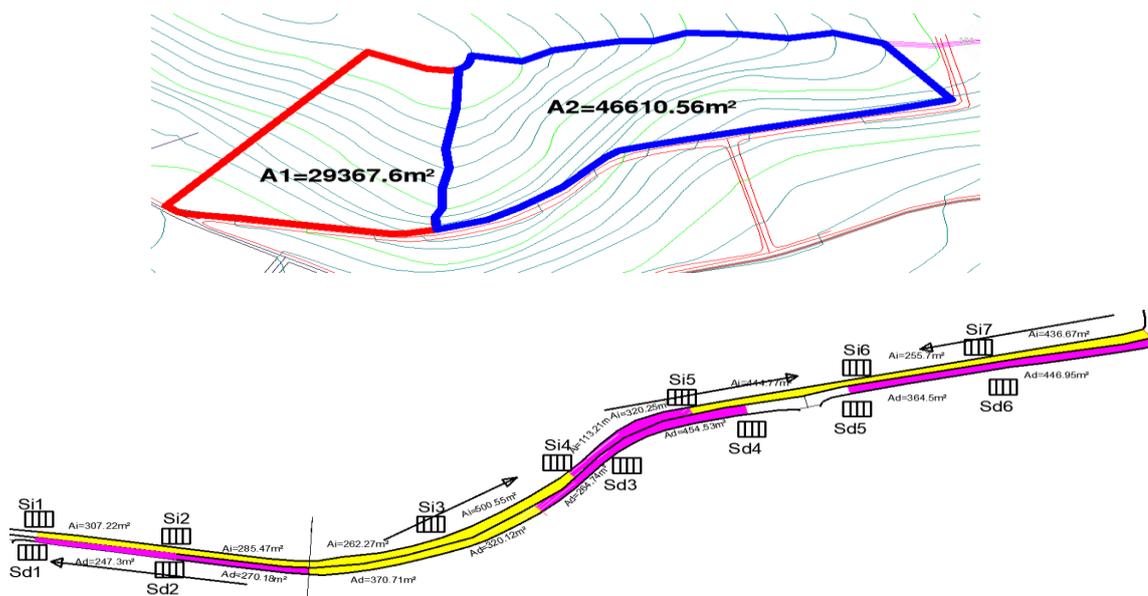
*Nota.* Se visualiza un pequeño sendero que es por donde va la calle, y se puede apreciar el relieve montañoso y revestimiento vegetal.

### 7.5. Caudales de diseño.

#### 7.5.1 Áreas de aportación.

**Figura 38.**

*Áreas de escorrentía y ubicación de los sumideros.*



*Nota.* Se visualiza las áreas de la microcuenca para determinar la dirección de su escorrentía y seguido está la imagen de la vía ubicando los sumideros. Elaborado por: El Autor, mediante Cartografía de Quito, Autodesk

**Tabla 58.***Áreas de aportación de flujo hacia el lado sur de la calle.*

<b>Áreas de aportación de la vía lado derecho (lado sur)</b>		
<b>Sumidero</b>	<b>Área de vías</b>	<b>Área de aportación</b>
	m <sup>2</sup>	ha
Sd1	247.3	0.02473
Sd2	270.18	0.027018
Sd3	377.95	0.037795
Sd4	774.78	0.077478
Sd5	364.5	0.03645
Sd6	446.95	0.044695

*Nota.* Se muestra los valores de las áreas de aportación. Elaborado por: El Autor.**Tabla 59.***Áreas de aportación de flujo hacia el lado norte de la calle.*

<b>Áreas de aportación de la vía y la micro cuenca, lado izquierdo (lado norte)</b>			
<b>Sumidero</b>	<b>Área de escorrentía</b>	<b>Área de vía y aceras</b>	<b>Área de aportación</b>
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha
Si1	14683.8	307.22	1.499102
Si2	14683.8	285.47	1.496927
Si3	9322.112	632.98	0.9955092
Si4	9322.112	820.67	1.0142782
Si5	9322.112		0.9322112
Si6	9322.112	700.47	1.0022582
Si7	9322.112	436.67	0.9758782

*Nota.* Se muestra los valores de las áreas de aportación. Elaborado por: El Autor.

Como se evidencia en las tablas de areas de aportación, en el lado izquierdo (lado norte), no existe aportacion de escorrentia del terreno, esto se debe a que debido que las unicas areas en el lado izquierdo de la via solo son los cortes en un pequeño tramo de via que como maximo llegan a tener una altura de 2m, estos aportes se los considera despreciables.

### **7.5.2 Caudales.**

Para el cálculo de los caudales se aplica el método racional ya que las áreas de aportación tienen menos de 5km<sup>2</sup>, a continuación, se presenta la formula del método racional para calcular caudales

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Donde:

Q: Caudal

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de las precipitaciones

A: Área en Ha

Aplicando la formula del método racional para cada una de las áreas de aportación obtendremos los siguientes caudales.

**Tabla 60.***Caudales de diseño lado sur de la calle.*

<b>CAUDALES DE DISEÑO LADO DERECHO (LADO SUR)</b>					
<b>Sumidero</b>	<b>Área de vías</b>	<b>Área de aportación</b>	<b>Coef de escorrentía</b>	<b>Caudal de Diseño</b>	<b>Caudal de Diseño</b>
<b>#</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>		<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>L</b>
Sd1	247.3	0.02473	0.8	7.37362E-07	0.00073736
Sd2	270.18	0.027018	0.8	8.05582E-07	0.00080558
Sd3	377.95	0.037795	0.8	1.12691E-06	0.00112691
Sd4	774.78	0.077478	0.8	2.31012E-06	0.00231012
Sd5	364.5	0.03645	0.8	1.08681E-06	0.00108681
Sd6	446.95	0.044695	0.8	1.33265E-06	0.00133265

*Nota.* Se muestran los caudales de aportación de flujo hacia dirigido hacia el lado sur de la calle. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 61.***Caudales de diseño lado norte de la calle.*

<b>CAUDALES DE DISEÑO LADO IZQUIERDO (LADO NORTE)</b>								
<b>Sumidero</b>	<b>Micro cuenca</b>			<b>Vía</b>		<b>Caudal de diseño</b>	<b>Caudal de diseño</b>	
	<b>Área</b>	<b>Coef de escorrentía</b>	<b>Caudal</b>	<b>Área</b>	<b>Coef de escorrentía</b>	<b>Caudal</b>		
<b>#</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>l</b>
Si1	14683.8	0.3	0.0912	307.22	0.8	0.00508825	0.09628688	96.29
Si2	14683.8	0.3	0.0912	285.47	0.8	0.00472802	0.09592665	95.93
Si3	9322.11	0.3	0.0579	632.98	0.8	0.01048356	0.06838164	68.38
Si4	9322.11	0.3	0.0579	820.67	0.8	0.01359212	0.0714902	71.49
Si5	9322.11	0.3	0.0579					0.00
Si6	9322.11	0.3	0.0579	700.47	0.8	0.01160134	0.06949942	69.50
Si7	9322.11	0.3	0.0579	436.67	0.8	0.00723223	0.06513031	65.13

*Nota.* Se muestran los caudales de aportación de flujo hacia dirigido hacia el lado norte de la calle. Elaborado por: El Autor.

## 7.6. Diseño de sumideros.

### Ubicación:

Con la ubicación de los sumideros se espera que el 90% del caudal de las cunetas sea interceptado por este. Para lograr esto se colocará espaciamentos que dependen directamente de la pendiente longitudinal de la cuneta.

Los valores de espaciamento máximo esta dado por tablas,

**Tabla 62.**

*Espaciamento de sumideros.*

<b>Pendiente%</b>	<b>Espaciamento(m)</b>
Menor a 0,4	50
0,4 a 0,6	60
0,6 a 1,0	70
1,0 a 3,0	80

*Nota.* Valores planteados para el espaciamento de los sumideros. Fuente: (RTDS-BOLIVIA 2007).

### Sumideros de puntos bajos

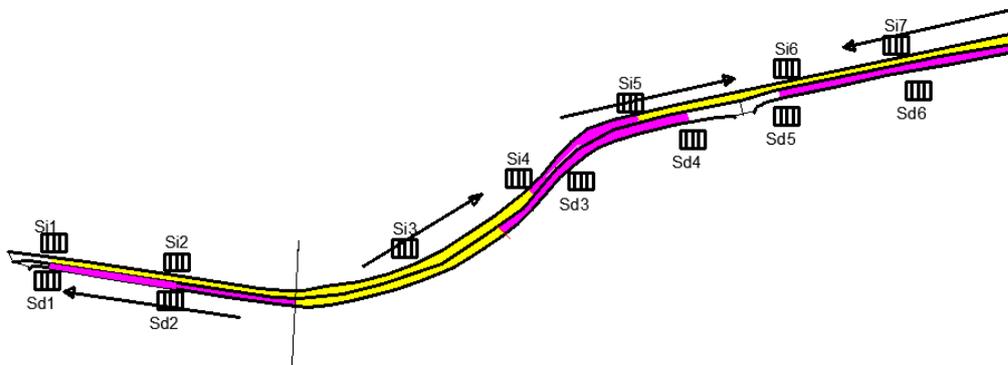
Obteniendo las pendientes de cada tramo de la calle se determinará el espaciamento máximo.

Usaremos puntos de partida basándonos en la ubicación de los sumideros de puntos bajos. Estos sumideros se ubican aguas arriba de cada intersección vial.

Bajo estas dos premisas hemos posicionado a los sumideros Sd4 y Sd5 como puntos de inicio como sumideros de puntos bajos y los siguientes los hemos colocado cada 80 y 70 metros para procurar tener una distribución uniforme de caudal.

**Figura 39.**

*Posicionamiento de los sumideros.*



*Nota.* Se ubica en la calle los sumideros. Elaborado por: El Autor a través de Autodesk.

## CAPÍTULO VIII

### SEÑALIZACIÓN

#### 8.1. Señalización vertical.

La señalización como parte de este proyecto es necesaria para dar seguridad a los conductores y peatones al momento de circular por esta calle, tomando en cuenta factores relevantes como las intersecciones, pasos peatonales, velocidad máxima de circulación etc.

#### **Pare.**

Esta es una señal **regulatoria** y tiene como función, hacer que los vehículos de una calle con dirección especifican se detengan. Para este proyecto se colocarán en la intersección con la calle “Buena Ventura” dando prioridad de circulación a la misma. Y en la intersección con la calle “Los Libertadores”, dando prioridad de circulación a la calle “S34W”

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

### Doble vía.

Esta es una señal **regulatoria** y tiene como función, informar a los conductores que la calle de intersección se puede circular en ambos sentidos. Para este proyecto se colocarán en la intersección con la calle “Buena Ventura” y en la intersección con la calle “Los Libertadores”

Leyenda y fondo negro mate  
Flecha y borde blanco retroreflectivo



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

### Límite máximo.

Esta es una señal **regulatoria** cuya función es dar a conocer la velocidad máxima de circulación permitida en la vía. Para este proyecto la velocidad establecida por ser una calle tipo III, el límite de velocidad es 40km/h

Símbolo y orla negros  
Círculo rojo retroreflectivo  
Fondo blanco retroreflectivo

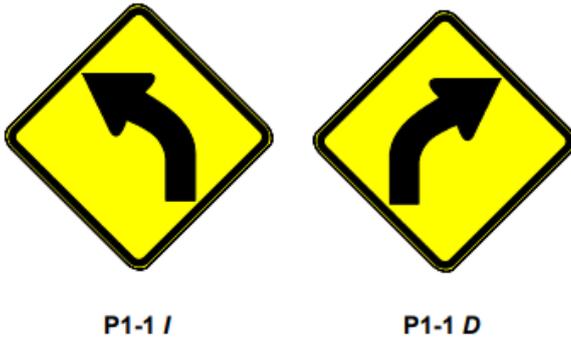


Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

## Curva abierta.

Esta es una señal **preventiva** y su función es indicar que se aproxima una curva abierta. Para este proyecto se colocarán en las pendientes de la parte montañosa.

Cambiar símbolos  
Símbolo y orla negros  
Fondo amarillo retroreflectivo



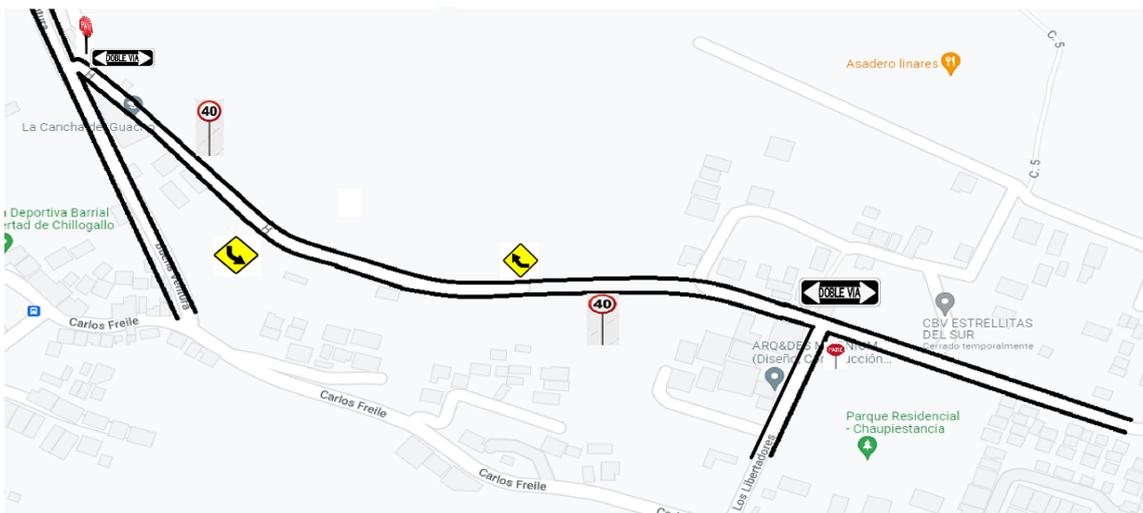
Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900

### 8.1.1. Ubicación.

Las ubicaciones mencionadas en el capítulo 8.1 se las ilustra en el siguiente gráfico donde se visualiza la posición en la calle.

**Figura 40.**

*Ubicación de las señales de tránsito.*



*Nota.* Se visualiza la ubicación de cada una de las señales de tránsito que se ubicarán en la calle. Elaborado por: El Autor a través de Google Maps.

## 8.2. Señalización horizontal.

### Línea de separación de carriles segmentados

Esta línea se usa para separar los carriles de un mismo sentido, así como las ciclovías y carriles de SOLO BUS, esta línea pasa a ser continua a 20 de aproximación de la línea de pare.

### Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo

Debido a que el ancho de la calle en proyecto reducido, no hay espacio para estacionarse, por lo que se usará la línea amarilla en el bordillo para especificarlo.

#### Figura 41.

*Línea de no parquear en el bordillo.*



*Nota.* Se muestra el bordillo pintado de color amarillo, lo cual significa que no se permite estacionarse. Fuente: Revista de Manabí

### Línea de pare en cruces cebra en intersección controlada con señal vertical pare.

Esta línea se ubica al final de las líneas de cruce cebra, y sirve para indicar al peatón el límite de la zona segura para cruzar.

## Figura 42.

*Línea de pare.*



*Nota.* Se muestra la línea que indica a los conductores donde empieza la zona de cruce peatonal. Fuente: Google.

### Líneas de cruce cebra en intersección.

Estas son las líneas marcadas en la zona por donde el peatón va a cruzar.

## Figura 43.

*Cruce cebra.*



*Nota.* Se muestra las líneas de un cruce cebra para circulación peatonal. Fuente: Google.

### Líneas de división de carriles de distinto sentido.

Estas son doble línea y son de color amarillo, puede ser segmentada, continua, o segmentada y continua. Cuando la doble línea es segmentada, se permite rebasar. Para el caso de la doble línea segmentada y continua, es porque una de las dos líneas es segmentada y la otra no, esto quiere decir que los vehículos que están en el carril del lado que la línea es segmentada, pueden rebasar mientras que, si la línea del lado del carril es continua, no podrá rebasar.

Para este proyecto las líneas serán segmentadas en toda su longitud a excepción del tramo entre la abscisa 150 y 500 debido a que es la parte más alta de la pendiente y es una curva sin visibilidad hacia el frente de la vía.

### 8.2.1. Ubicación.

Para esta calle es necesario colocar cruces cebra en tres puntos.

En la intersección con la calle “Buena Ventura”, en la intersección con la calle “Libertadores”

**Figura 44.**

*Ubicación de Cruces Cebra.*



*Nota.* Se muestra la ubicación en la calle donde se pintarán cruces cebra. Elaborado por: El autor mediante Google Maps

### 8.3. Símbolos y Leyendas.

Son señalizaciones ilustradas en el asfalto, que indican al conductor maniobras, velocidades de circulación, restricción de carriles etc. Se clasifican en: Flechas, Leyendas, Otros símbolos. Para este proyecto solo se emplearán flechas, ya que las leyendas establecidas en el reglamento técnico ecuatoriano están dirigidas a vías de mayor importancia.

Las flechas se ubican al acercarse a una intersección e indica al conductor el sentido de simulación de la calle de intersección, para la calle S34W se aplicará la flecha que indica doble sentido.

**Figura 45.**

*Flecha doble sentido.*



*Nota.* Esta flecha de doble sentido se colocará al acercarse a una intersección. Fuente: Google.

#### **8.4. Reductores de velocidad.**

Según el reglamento técnico parte 2 en la página 83 especifica que las calles con pendientes mayores al 8% no se deberán emplear reductores de velocidad por lo tanto y ya que el diseño vertical de esta calle tiene una pendiente del 17%, no se podrá emplear reductores de velocidad.

**Tabla 63.**

*Tabla de ubicación de señalizaciones en las abscisas*

Línea de pare en cruce cebra y Cruce cebra		Pare		Velocidad máxima 40Km/h		Curva abierta	
ABSC	Sentido	ABS	Sentido	ABS	Sentido	ABS	Sentido
0	E/O	0	E/O	110	E/O	150	Ambos
450	O/E	458	Calle los	340	O/E	300	Ambos
458	E/O	(referencial)	libertadores				

*Nota.* Se detalla la ubicación por abscisas de las señalizaciones empleadas. Elaborado por: El Autor.

## **CAPÍTULO IX**

### **IMPACTO AMBIENTAL.**

Para la determinación del impacto ambiental se utilizará como herramienta la lista de chequeo donde se comprueba que factores ambientales serán afectados por la ejecución del proyecto en cada una de sus actividades y los tipos de impactos ambientales. Una vez obtenidos los factores ambientales y sus impactos se realizará la evaluación de impactos ambientales donde se determinará la significancia de cada uno de ellos.

**Tabla 64.**

*Lista de Chequeo*

IMPACTOS GENERALES	ETAPA DEL PROYECTO/ CONSTRUCCIÓN						
	Desbroce y limpieza	Evacuación	Nivelación	Colocación de material subrasante	Colocación de material sub base	Colocación de material base	Colocación de capa asfáltica
Agua							
Contaminación de cuerpos receptores							
Disminución del caudal							
Cambio del uso							
<b>Suelo</b>							
Contaminación de cuerpos receptores					X	X	X
Erosión	X	X	X		X	X	X
Ocupación de áreas fértiles	X	X	X	X	X	X	X
<b>Aire</b>							
Contaminación por gases		X	X			X	X
Ruidos	X	X	X	X	X	X	X
Presencia de olores							
<b>Flora</b>							
Deforestación	X	X	X				
Perdida de la cubierta vegetal	X	X	X		X	X	X
<b>Fauna</b>							
Molestias a la fauna	X	X	X			X	X
Riesgos para especies vulnerables							
Alteración de la biodiversidad	X	X	X				X
<b>Socioeconómicas</b>							
Modificación de las condiciones comerciales							X
Generación de plazas de trabajo	X	X	X	X	X	X	X
Generación de riesgos a la salud							X
Aspectos paisajísticos	X		X				X
Riesgos a la población		X				X	X
Servicios básicos							
Calidad de vida de las comunidades							X

*Nota.* Se muestra los parámetros a ser evaluados. Elaborado por: El Autor.

## Evaluación De Impactos Ambientales

Para la EIA se consideran los potenciales impactos que implica el proceso construcción del proyecto, obtenidos a través de la lista de chequeo previamente elaborada.

### Metodología

La metodología que se va a utilizar consiste en una evaluación cuantitativa en base a criterios definidos sobre las características ambientales del área de influencia del proyecto, la base del análisis de impactos será una matriz del Nivel de afectación global, misma que permitirá conocer la magnitud de los impactos. (Orbea, 2013)

La magnitud se determinará en base a los siguientes criterios

#### Tabla 65.

*Criterios de evaluación de impactos ambientales.*

Naturaleza	Benéfico	1
	Detrimento	-1
Intensidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión	Puntual	1
	Local	2
	Regional	3
Duración	A corto Plazo	1
	A largo Plazo	2
Probabilidad	Poco probable	0,1
	Probable	0,5
	Cierto	1
Frecuencia	Eventual	1
	Frecuente	2

- Para calcular la magnitud se utilizará la siguiente formula

$$M = Naturaleza * Probabilidad * (Duración + Frecuencia + Intensidad + Extensión)$$

- Para calcular el Nivel de Afectación Global (NAG):  $NAG = Imp * M$

Donde “Imp” es la importancia del impacto con un rango de 1 a 10 siendo

- El nivel de significancia se basará en la siguiente tabla

**Tabla 66.**

*Nivel de Significancia*

RANGO	SIGNIFICANCIA
81-100	Muy significativo
61-80	Significativo
41-60	Medianamente significativo
21-40	Poco significativo
0-20	No significativo
(-) 1-20	(-) No significativo
(-)21-40	(-) Poco significativo
(-)41-60	(-) Medianamente significativo
(-)61-80	(-) Significativo
(-)81-100	(-) Muy significativo

*Nota.* Se Muestra el rango y el nivel de significancia con escala de colores.

**Tabla 67.**

*Matriz de Evaluación de Impactos Numérica*

FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES DEL PROYECTO							
	Desbroce y limpieza	Excavación	Nivelación	Colocación de material sub rasante	Colocación de material sub base	Colocación de material base	Colocación de capa asfáltica	
<b>1.- Suelo</b>								
Calidad del suelo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	1	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	1	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-2	-2,5	-2,5	Importancia
Erosión	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	2	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	2	1	2	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-2,5	-2	-2,5	-0,4	-0,4	-0,4	-3	Importancia
Ocupación de áreas fértiles	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	Probabilidad
	1	1	1	2	2	2	2	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	2	1	1	2	2	2	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-0,5	-0,4	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-3	Importancia
<b>2. Recurso Aire</b>								
Calidad del aire	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,1	0,5	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	1	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	1	1	2	1	1	2	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-0,4	-2	-2,5	-0,4	-0,4	-2,5	-2,5	Importancia
Ruido	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	1	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	2	2	2	1	2	2	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-2,5	-0,5	-0,5	-2	-2,5	-2,5	-2,5	Importancia
<b>3. Flora</b>								

Deforestación	-1	-1	1	1	1	-1	1	Naturaleza
	1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	2	Duración
	1	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	3	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-6	-0,4	2	2	2	-2	3,5	Importancia
Pérdida de la cubierta vegetal	-1	-1	1	1	1	-1	1	Naturaleza
	1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	Probabilidad
	2	1	1	1	1	2	2	Duración
	2	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	3		1	1	1	1	3	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-8	-0,3	2	0,4	0,4	-2,5	4	Importancia
<b>4. Fauna</b>								
Molestias a la fauna	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	Naturaleza
	0,5	0,1	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	Probabilidad
	2	1	1	1	1	1	2	Duración
	2	2	1	2	1	2	1	Frecuencia
	2	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-3,5	-0,5	-2	-0,5	0,4	-2,5	-3	Importancia
Alteración de la biodiversidad	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	Naturaleza
	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	Probabilidad
	2	1	1	1	1	1	2	Duración
	2	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	2	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-3,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,4	-0,4	-3,5	Importancia
<b>5. Socioeconómicas</b>								
Generación de plazas de trabajo	1	1	1	1	1	1	1	Naturaleza
	1	1	1	1	1	1	1	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	2	Duración
	1	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	2	2	2	2	2	2	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	5	5	5	5	5	5	7	Importancia
Generación de riesgos a la salud	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	1	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	1	1	1	1	1	1	1	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión

	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-2	Importancia
Aspectos paisajísticos	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	Naturaleza
	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	Probabilidad
	2	1	1	1	1	1	2	Duración
	2	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	2	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-3,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,4	-0,4	-3,5	Importancia
Riesgos a la población	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Naturaleza
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	1	Duración
	1	1	1	1	1	1	1	Frecuencia
	1	1	1	1	1	1	1	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	Importancia
Calidad de vida de la comunidad	1	1	1	1	1	1	1	Naturaleza
	0,5	0,1	0,1	1	0,1	0,1	1	Probabilidad
	1	1	1	1	1	1	2	Duración
	1	1	1	1	1	1	2	Frecuencia
	1	1	1	1	1	1	2	Intensidad
	1	1	1	1	1	1	1	Extensión
	2	0,4	0,4	4	0,4	0,4	7	Importancia

**Tabla 68.**

*Matriz de Evaluación de Impactos Consolidado*

FACTORES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ETAPA DEL PROYECTO/ CONSTRUCCIÓN							Total
		Desbroce y limpieza	Evacuación	Nivelación	Colocación de material subrasante	Colocación de material sub base	Colocación de material base	Colocación de capa asfáltica	
<b>Suelo</b>	Contaminación de cuerpos receptores	-3	-3	-3	-3	-16	-20	-20	-10
	Erosión	-20	-16	-20	-3	-3	-3	-24	-13
	Ocupación de áreas fértiles	-5	-4	-4	-5	-5	-5	-27	-8
<b>Aire</b>	Contaminación por gases	-2	-10	-13	-2	-2	-13	-13	-8
	Ruidos	-13	-3	-3	-10	-13	-13	-13	-9
<b>Flora</b>	Deforestación	-48	-3	-16	-16	-16	-16	-28	-20
	Perdida de la cubierta vegetal	-64	-2	-16	-3	-3	-20	-32	-20
<b>Fauna</b>	Molestias a la fauna	-25	-4	-14	-4	-3	-18	-21	-12
	Alteración de la biodiversidad	-25	-3	-3	-3	2,8	-3	-25	-10
<b>Socioeconómicas</b>	Generación de plazas de trabajo	45	45	45	45	45	45	63	48
	Generación de riesgos a la salud	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-18	-6
	Aspectos paisajísticos	-25	-3	-3	-3	3	-3	-25	-8
	Riesgos a la población	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
	Calidad de vida de las comunidades	18	4	4	4	4	4	63	14
<b>Total, etapas del proyecto</b>		-12	-1	-4	-1	-1	-5	-9	

*Nota.* Se detalla los impactos ambientales según la etapa del proyecto. Elaborado por: El Autor.

## **Categorización de impactos ambientales**

Las actividades – procesos, en orden de importancia en función del valor de impacto ambiental, durante la fase de construcción son:

- Desbroce y limpieza
- Colocación de capa asfáltica

Como se observa, las operaciones mencionadas generan mayores impactos negativos, que son principalmente deforestación y pérdida de la cubierta vegetal, por la necesidad de preparar el área para la pavimentación.

### **9.1 Impacto socioeconómico**

Buenaventura de Chillogallo está ubicado en el extremo occidental de la parroquia Chillogallo, muy cerca de donde parte la antigua vía que se dirige hacia Chiriboga y Santo Domingo. Esto hace que únicamente hacia el este el barrio colinde con la parte urbana de la ciudad, donde se ubica el barrio La Libertad de Chillogallo. Los otros tres bordes del barrio (sur, oeste y norte) colindan con terrenos de producción agrícola.

Esto ha permitido que en el barrio se desarrollen dinámicas paralelas entre las economías

urbanas y las rurales: «Mi marido se dedica a la agricultura, sembrando. Él trabaja así. Hay veces que no se puede trabajar digno, y así trabaja deshierbando, por ahí, sembrando, gana el diario»

Acorde a lo descrito en la **Tabla 65 Matriz de Evaluación de Impactos Consolidados** la ejecución del proyecto generará impactos socioeconómicos positivos significativos en las principales problemáticas del barrio, través de: generación de empleo y calidad de vida de las comunidades, mientras que, los impactos negativos serán poco significativos primariamente en aspectos paisajísticos, debido a la deforestación y poda de la cubierta vegetal, los cuales serán controlados con el plan correspondiente.

## 9.2 Manejo de Escombros

Basados en la evaluación de impactos ambientales realizada se propone la siguiente ficha ambiental como la guía para un manejo adecuado de los escombros generados por el proyecto.

**Tabla 69.**

*Ficha Ambiental – Manejo de Escombros*

<b>FICHA No 1 MANEJO DE LOS ESCOMBROS</b>	
<b>Objetivo</b>	Dar un manejo adecuado a los escombros generados durante las distintas fases del proyecto.
<b>Lugar de aplicación</b>	Todas las áreas del proyecto.
<b>Período de aplicación</b>	Durante la realización de los descapote o movimientos de tierra, así como en el proceso de almacenamiento temporal de los residuos o escombros.
<b>Personal requerido</b>	Profesional(es) responsable(s) del diseño, del planeamiento y de la gestión ambiental del proyecto.
<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	
<b>CAUSA</b>	<b>AFECCION</b>
<p>-Proyección de cantidades de escombros y estériles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación del lugar donde se dispondrán los escombros dentro del área del proyecto.</li> <li>• Descapote del terreno.</li> <li>• Movimientos de tierra y explanaciones.</li> </ul>	<p>-Contaminación por partículas y gases.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por ruido y vibraciones.</li> <li>• Contaminación por derrame de hidrocarburos.</li> <li>• Pérdida de la capa fértil del suelo.</li> <li>• Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación total o parcial de la cubierta vegetal.</li> <li>• Explanación del terreno..</li> <li>• Excavaciones para la colocación de cimientos e instalaciones.</li> <li>• Capacitación a los trabajadores en manipulación y transporte de residuos de la construcción.</li> <li>• Prácticas inadecuadas por parte de los trabajadores de la construcción.</li> <li>• Almacenamiento temporal de escombros.</li> <li>• Definición de áreas específicas para colocación de escombros.</li> <li>• Aprovechamiento de los residuos valorizables.</li> <li>• Separación de los residuos según sus características.</li> <li>• Transporte de los residuos dentro del área del proyecto.</li> <li>• Transporte de residuos y escombros hacia el sitio de disposición final.</li> <li>• Disposición final de los residuos y escombros de la construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por partículas sedimentarias.</li> <li>• Alteración del sistema local de drenaje pluvial.</li> <li>• Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.</li> <li>• Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.</li> <li>• Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas.</li> <li>• Impacto visual por acumulación temporal de escombros.</li> <li>• Impacto visual por presencia de maquinaria para el transporte de escombros.</li> </ul>
<b>ACCIONES PROPUESTAS</b>	<b>TÉCNICA/ TECNOLOGÍA UTILIZADA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos de construcción generados se recogen dentro del área del proyecto en un área específica para este fin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acopian y procesan los materiales de demolición que puedan ser reutilizados o reciclados.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las zanjas se protegen adecuadamente contra alteración y erosión.</li> <li>• Se utiliza el área estrictamente definida para la disposición temporal o final de los escombros, con el objetivo de que la afectación sea lo menor posible.</li> <li>• Los desperdicios y sobrantes de materiales de construcción (escombros) producto de demoliciones son seleccionados para su posible reutilización dentro del proyecto o para su tratamiento posterior.</li> <li>• Se fomenta el reciclaje de este tipo de residuos, ya que gran cantidad de ellos pueden ser reutilizados o reciclados, por lo que se deben localizar empresas dedicadas a este tipo de actividad.</li> </ul> <p>Los sobrantes de materiales de construcción como, por ejemplo, bolsas de cemento, sobros de varillas y alambre de construcción, entre otros, son enviados a centros que los reciban y reciclen,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se construyen zanjas alrededor de los lugares donde se almacenan los escombros, para evitar su lavado por escorrentía.</li> <li>• Las escombreras en taludes de fuerte pendiente están dispuestas en forma de terrazas no mayores de 2 m de altura desde el cambio de pendiente (entre la ladera natural y las zonas planas), y a unos 50 m alejados del borde de los ríos.</li> <li>• El material es dispuesto horizontalmente, previo el retiro del material vegetal y suelo orgánico, asentado y comprimido. Alturas mayores de las terrazas requieren obras de contención de pie.</li> <li>• Los sitios destinados a escombreras cumplen con las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber realizado la inspección arqueológica previa y tener el informe de no existir sitios sensibles.</li> <li>• Verificar que no existan problemas de inestabilidad del terreno por utilizar.</li> <li>• Contar con los permisos por escrito de los</li> </ul> </li> </ul>
---	---

<p>tales como centros de acopio; o, en última instancia, a un relleno sanitario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El almacenamiento de material de construcción excedente, en caso de obras públicas, no excede de 72 horas después de la finalización de las obras.</li> <li>• En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal no existen dispersiones o emisiones de materiales al aire; en tal caso se cubren en su totalidad o se almacenan en recintos cerrados.</li> <li>• El concreto puede ser procesado como agregado en mezclas asfálticas y como sustituto de la gravilla en nuevos concretos. Los trozos de concreto son acumulados, se remueven los materiales ferrosos y se tamizan para obtener tamaños aceptables.</li> </ul>	<p>propietarios de los terrenos para su uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La no presencia de cuerpos de agua. En caso de cauces de quebradas o cuerpos de agua estacionales, deberá efectuarse la respectiva canalización.</li> <li>• El retiro de la capa de suelo orgánico para su uso en la restauración en caso de escombreras temporales o para la revegetación en caso de escombreras definitivas.</li> <li>• Los drenajes necesarios para impedir el ingreso de agua superficial o de infiltración hacia el cuerpo de la escombrera. Los drenajes enterrados pueden ser filtros, tubería, etc. Los drenajes superficiales pueden ser cunetas de coronación, cunetas intermedias, etc.</li> <li>• El uso de cualquier escombrera cuenta con la respectiva validación ambiental previa del equipo de fiscalización.</li> </ul>
---	---

### **9.3. Plan de prevención, mitigación y remediación de impactos**

El presente plan de prevención, mitigación y remediación de impactos ha tomado en cuenta los aspectos más relevantes de las condiciones ambientales actuales del área de influencia del proyecto; así mismo, ha considerado los impactos ambientales identificados y valorados para las diferentes etapas del proyecto.

#### **Objetivo general**

El objetivo del plan es diseñar un conjunto de medidas ambientales para prevenir, mitigar o controlar los principales impactos negativos que potencialmente puedan ocurrir en los componentes ambientales del área de influencia del proyecto.

#### **Objetivos específicos**

- Definir las medidas ambientales asociadas a las causas de los principales impactos negativos identificados, o de aquellos que se pueden convertir en negativos.
- Diseñar medidas de seguimiento y control de los impactos negativos en los sitios de impacto directo y áreas de influencia.

**Tabla 70.**

*Plan De Prevención, Mitigación Y Remedición De Impactos*

<b>PLAN DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y REMEDIACIÓN DE IMPACTOS</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Formular y evaluar actividades para mitigar remediar, prevenir y controlar los impactos generados por las operaciones del proyecto CALLE S34W					
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Calle “S34W”, Buenaventura, Chillogallo, Quito, Pichincha					
<b>RESPONSABLE:</b> Profesional de Gestión Ambiental del proyecto					
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Perdida de cobertura vegetal	Agotamiento de los recursos naturales	Proteger los estratos arenosos conforme se avanza con la excavación. Realizar las excavaciones por tramos	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) *  100	Registro fotográfico	Durante la Etapa de Construcción
Generación de desechos	Contaminación del suelo	Impermeabilizar el piso (plástico o geotextil) de todos los sitios de almacenamiento de combustibles, grasas, aceites o hidrocarburos.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) *  100	Registro fotográfico	Permanente

Efectos a la salud de los trabajadores	Afectación a la salud de los trabajadores	Los residuos de escombros generados en el proyecto deberán seguir la guía establecida en la Ficha Ambiental N°1.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Registro de generación, almacenamiento y evacuación de desechos escombros	Permanente
		Mantener un registro de la generación y almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales del proyecto.	(Cantidad de desechos peligrosos y/o especiales almacenados / Cantidad total de desechos peligrosos y/o especiales generados) * 100	Registro de generación y almacenamiento de desechos	Permanente
		Los residuos contaminados que se generen como producto de las actividades del proyecto serán gestionados como desechos peligrosos.	Cantidad de desechos contaminados generados de las actividades de mantenimiento	Registro de generación y almacenamiento de desechos	Cuando sea necesario
		Comunicar a todos los colaboradores información pertinente y asociada al cumplimiento del PMA.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Boletines	Al inicio del proyecto
		Capacitar al personal involucrado en desarrollo de las actividades del proyecto en temas de gestión ambiental, considerando los siguientes temas: * Aspectos e impactos ambientales	(No. De capacitaciones realizadas / No. De capacitaciones programadas) * 100	Registro de asistencia a capacitaciones	Al inicio del proyecto

	<p>* Manejo y gestión de desechos</p> <p>* PMA</p> <p>* Prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.</p> <p>* Uso de EPP</p>			
	Disponer de la matriz de identificación y evaluación de riesgos asociados a la ejecución del proyecto.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Matriz de Riesgos	Permanente
	Señalización Vial en las áreas o tramos de intervención.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Registro fotográfico	Permanente
	Mantener un botiquín con los implementos sugeridos en la Resolución 1404 IESS en las áreas de trabajo.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Listado de los implementos del botiquín	Permanente
	Los sistemas de prevención y combate a incendios deberán estar en lugares visibles con señalética y ser de fácil acceso; además deberán contar con agentes extintores adecuados.	(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100	Registro fotográfico	Permanente

	<p>Notificar a los entes de control cuando se presenten eventos reales de emergencia y sus contingencias</p>	<p>(No. De actividades realizadas / No. De actividades programadas) * 100</p>	<p>Informe de la actividad</p>	<p>En caso de que ocurra</p>
	<p>Socializar con la comunidad los beneficios, aspectos impactos ambientales de la aplicación del proyecto.</p>	<p>(No. De socializaciones realizadas / No. De socializaciones programadas) * 100</p>	<p>Registro de asistencia a capacitaciones</p>	<p>Cuando se inicie el proyecto</p>
	<p>Gestionar las quejas, comentarios y/o recomendaciones realizadas por la comunidad a la gestión del proyecto</p>	<p>(No. De quejas, comentarios y/o recomendaciones gestionadas /No. De quejas, comentarios y/o recomendaciones recibidas) * 100</p>	<p>Registro de la actividad</p>	<p>Cuando se requiera</p>

## 9.4 Cronograma valorado del plan de manejo ambiental

En función del plan de prevención, mitigación y remediación de impactos se establece el siguiente cronograma valorado.

**Tabla 71.**

*Cronograma valorado del plan de manejo ambiental*

<b><i>CRONOGRAMA VALORADO</i></b>								
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Calle "S34W", Buenaventura, Chillogallo, Quito, Pichincha								
<b>RESPONSABLE:</b> Profesional de Gestión Ambiental del proyecto								
<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PLAZO (Meses) (2022-2023)</b>						<b>COSTOS</b>
		<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	
Proteger los estratos arenosos conforme se avanza con la excavación. Realizar las excavaciones por tramos	Durante la etapa de desbroce, limpieza y nivelación							Incluido en presupuesto de inversión del proyecto
Impermeabilizar el piso (plástico o geotextil) de todos los sitios de almacenamiento de combustibles, grasas, aceites o hidrocarburos.	Permanente							\$ 700.00
Los residuos de escombros generados en el proyecto deberán seguir la guía establecida en la Ficha Ambiental N°1.	Permanente							\$ 300.00
Mantener un registro de la generación y almacenamiento de desechos peligrosos y/o especiales del proyecto.	Permanente							\$ 25.00
Los residuos contaminados que se generen como producto de las actividades del proyecto serán gestionados como desechos peligrosos.	Permanente							\$ 200.00
Comunicar a todos los colaboradores información pertinente y asociada al cumplimiento del PMA.	Al inicio del proyecto							\$ 25.00

Capacitar al personal involucrado en desarrollo de las actividades del proyecto en temas de gestión ambiental, considerando los siguientes temas: * Aspectos e impactos ambientales * Manejo y gestión de desechos * Prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. * Uso de EPP * PMA	Cuando se inicie el proyecto							\$ 25.00
Disponer de la matriz de identificación y evaluación de riesgos asociados a la ejecución del proyecto.	Permanente							\$ 25.00
Señalización Vial en las áreas o tramos de intervención.	Permanente							\$ 100.00
Mantener un botiquín con los implementos sugeridos en la Resolución 1404 IEES en las áreas de trabajo.	Permanente							\$ 150.00
Los sistemas de prevención y combate a incendios deberán estar en lugares visibles con señalética y ser de fácil acceso; además deberán contar con agentes extintores adecuados.	Permanente							\$ 150.00
Notificar a los entes de control cuando se presenten eventos reales de emergencia y sus contingencias	En caso de que ocurra	En caso de que ocurra						\$ 5.00
Socializar con la comunidad los beneficios, aspectos impactos ambientales de la aplicación del proyecto.	Cuando se inicie el proyecto							\$ 25.00
Gestionar las quejas, comentarios y/o recomendaciones realizadas por la comunidad a la gestión del proyecto	Cuando se requiera	Cuando se requiera						\$ 100.00
<b>Total</b>								\$ 1,830.00

*Nota.* Se detalla el cronograma valorado del plan de manejo ambiental detallado mensualmente para 6 meses. Elaborado por: El Autor.

## CAPITULO X

### ANÁLISIS FINANCIERO

#### 10.1. Presupuesto referencial.

**Tabla 72.**

*Presupuesto con pavimento flexible*

PRESUPUESTO CON PAVIMENTO FLEXIBLE					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNTARIO	COSTO TOTAL
1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	REPLANTEO Y NIVELACION e:6m	km	645	121.19	78167.55
1.2	DESBROSE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	ha	0.29	135.37	39.26
2	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	RESANTEO e:6m (CORTE CON EQUIPO DE MOTONIVELADORA)	m3	645	1.95	1257.75
2.2	CORTE Y EXCABACION	m3	3895	1.65	6426.75
2.3	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	m3	633.5	6.94	4396.49
2.4	EXCABACION PARA COLOCACION DE BORDILLOS	m3	77.4	3.00	232.20
2.5	TRANSPORTE DEL MATERIAL EXCAVADO	m3/km	3261.5	1.05	3424.58
3	<b>PAVIMENTACION</b>				
3.1	BORDILLOS EN OBRA 100X50X20 CM	m	129	26.00	3354.00
3.2	RELLENO COMPACTADO CON SUB-BASE CLASE III (MATERIAL DE LLOA)	m3	580.5	24.78	14384.79
3.3	BASE CLASE 2 EQUIPO: CAMIÓN CISTERNA, MOTONIVELADORA Y RODILLO	m3	290.25	22.13	6423.23
3.4	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e: 7.5cm	m2	2902.5	14.16	41099.40
3.5	TRANSPORTE DEL MATERIAL	m3/km	1886.625	0.38	716.92
4	<b>SEÑALIZACION</b>				
4.1	SEÑALES VERTICALES	u	8	40.00	320.00
4.2	SEÑALES HORIZONTALES (LONGITUDINALES)	m	1935	0.30	580.50
4.3	SEÑALES HORIZONTALES (CRUCES CEBRAS Y FLECHAS)	u	6	7.00	42.00
5	<b>MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				
5.1	Impermeabilizar el piso (plástico o geotextil) de todos los sitios de almacenamiento de combustibles, grasas, aceites o hidrocarburos.	GBL			700
5.2	Manejo de residuos comunes y especiales	GBL			525
5.3	Capacitación y disposición de información al personal involucrado, en temas de gestión ambiental	GBL			75
5.4	Señalización vial durante los trabajos y botiquín	GBL			250
5.5	Sistema de prevención y combate contra incendios	GBL			150
5.6	Socialización con la comunidad	GBL			130
				<b>TOTAL</b>	<b>206871.46</b>

*Nota.* Se elabora el presupuesto de obra para este proyecto. Elaborado por: El autor tomando algunos costos unitarios de: Bravo y Guevara, Cámara de la construcción.

**Tabla 73.***Presupuesto con pavimento semirrígido*

<b>PRESUPUESTO CON PAVIMENTO SEMIRRIGIDO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	REPLANTEO Y NIVELACION e:6m	km	645	121.19	78167.55
1.2	DESBROSE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	ha	0.29	135.37	39.2573
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	RESANTEO e:6m (CORTE CON EQUIPO DE MOTONIVELADORA)	m3	645	1.95	1257.75
2.2	CORTE Y EXCABACION	m3	3895	1.65	6426.75
2.3	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL	m3	633.5	6.94	4396.49
2.4	EXCABACION PARA COLOCACION DE BORDILLOS	m3	77.4	3	232.2
2.5	TRANSPORTE DEL MATERIAL EXCAVADO	m3/km	3261.5	1.05	3424.575
	<b>PAVIMENTACION</b>				
2.6	BORDILLOS EN OBRA 100X50X20 CM	m	129	26	3354
2.7	RELLENO COMPACTADO CON SUB-BASE CLASE III (MATERIAL DE LLOA)	m3	725.625	24.78	17980.9875
2.8	ADOQUINADO 350 KG/CM2 ARENA, E= 5 CM	m2	2902.5	15.22	44176.05
2.9	TRANSPORTE DEL MATERIAL	m3/km	60.46875	0.38	22.978125
<b>3</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				
3.1	SEÑALES VERTICALES	u	8	40	320
3.2	SEÑALES HORIZONTALES (LONGITUDINALES)	m	1935	0.3	580.5
3.3	SEÑALES HORIZONTALES (CRUCES CEBRAS Y FLECHAS)	u	6	7	42
<b>4</b>	<b>MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				
4.1	Impermeabilizar el piso (plástico o geotextil) de todos los sitios de almacenamiento de combustibles, grasas, aceites o hidrocarburos.	GBL			700
4.2	Manejo de residuos comunes y especiales	GBL			525
4.3	Capacitación y disposición de información al personal involucrado, en temas de gestión ambiental	GBL			75
4.4	Señalización vial durante los trabajos y botiquín	GBL			250
4.5	Sistema de prevención y combate contra incendios	GBL			150
4.6	Socialización con la comunidad	GBL			130
				<b>TOTAL</b>	<b>162251.09</b>

*Nota.* Se elabora el presupuesto de obra para este proyecto. Elaborado por: El autor tomando algunos costos unitarios de: Bravo y Guevara, Cámara de la construcción

**Tabla 74.**

*Costos indirectos.*

Planificación	4.50%
Dirección de construcción	10%
Utilidad	10%
Impuestos	12%
Total, de costos indirectos	35%

**10.2. Valor neto.**

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).

**Tabla 75.**

*Costo de mantenimiento*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL PARA PAVIEMTO FLEXIBLE</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Nº de veces</b>	<b>Costo Total</b>
Limpieza Manual de Sumideros.	u	13	23.15	12	3611.4
Señalización horizontal	BGL		622.5	1	622.5
				<b>TOTAL</b>	<b>4233.9</b>

Una vez sumado los costos directos más los costos indirectos el costo de la ejecución del proyecto sin incluir la parte de diseño y ejecución de la red de alcantarillado y agua potable y sumideros, se tiene como presupuesto lo siguiente.

**Tabla 76.**

*Presupuesto total con pavimento flexible*

<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>	
Costos directos	206871.46
Costos indirectos	75508.08
<b>Total</b>	<b>282379.55</b>

*Nota.* Se muestra el costo total de la ejecución de este proyecto con pavimento flexible. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 77.**

*Presupuesto total con pavimento semirrígido*

<b>PAVIMENTO SEMIRRIGIDO</b>	
Costos directos	162251.09
Costos indirectos	59221.65
<b>Total</b>	<b>221472.74</b>

*Nota.* Se muestra el costo total de la ejecución de este proyecto con pavimento semirrígido. Elaborado por: El Autor.

**Tabla 78.***Valor actual neto*

<b>Años</b>	<b>Inversión inicial</b>	<b>Factor y tasa de interés 0.12</b>	<b>Total, Anual</b>
1	221,472.74	0.89	197,741.94
2	221,472.74	0.80	176,553.89
3	221,472.74	0.71	157,636.14
4	221,472.74	0.64	140,745.43
5	221,472.74	0.57	125,664.55
6	221,472.74	0.51	112,199.60
7	221,472.74	0.45	100,177.41
8	221,472.74	0.40	89,443.40
9	221,472.74	0.36	79,859.54
10	221,472.74	0.32	71,302.59
11	221,472.74	0.29	63,662.52
12	221,472.74	0.26	56,841.08
13	221,472.74	0.23	50,750.56
14	221,472.74	0.20	45,312.64
15	221,472.74	0.18	40,457.39
16	221,472.74	0.16	36,122.38
17	221,472.74	0.15	32,251.86
18	221,472.74	0.13	28,796.08
19	221,472.74	0.12	25,710.58
20	221,472.74	0.10	22,955.69
		<b>VAN</b>	<b>1,654,185.24</b>

**10.3. Tasa interna de retorno.**

k= Tasa de descuento = 12%

Se procede a realizar el cálculo de este indicador:

**Tabla 79.** *TIR*

<b>TIR</b>	
Inversión	221472.74
Valor actual acumulado	1654185.24
TIR (%)	7.47

#### **10.4. Análisis costo-beneficio.**

A continuación, se analizará los indicadores de costos que cambiarán positivamente para los moradores debido a la intervención de la calle en proyecto. Los factores más relevantes que se tomarán en cuenta para el análisis son los siguientes.

- Neumáticos.
- Amortiguadores.
- Fletes.
- Arriendo de Garaje.

Como se evidencia no estamos tomando en cuenta los factores como: frenos, cambio de aceite, combustible y otros factores que usualmente suelen ser relevantes en proyectos de intervención o adecuación vial, esto se debe a que el uso de la calle S34W no representa ninguna disminución en la trayectoria a comparación de su calle paralela que es la mas usada, cabe mencionar que esto no le resta importancia al proyecto, debido a que la ejecución de este proyecto ayuda significativamente para la mejora en la accesibilidad de los habitantes en esta calle.

#### **Neumáticos.**

La duración de los neumáticos se la estima aproximadamente ya que su desgaste depende de varios factores como la calidad del neumático, la alineación de la dirección del del vehículo, el balanceo del aro, la forma de conducción, frenado del conductor, el gas con el cual esta inflado, etc. Según MOTOR MAPFRE un neumático de buen material y que recorre en buenas condiciones viales tiene un recorrido útil de 50000km.

**Tabla 80.***Desgaste de neumáticos con la calle en buen estado*

VIA EN BUEN ESTADO								
		VIA	Ejes	Recorrido	NEUMATICOS			
	TPDA	m	N.º	(km)	N.º Pares	Recorrido útil (km)	Costo del repuesto	Costo anual
Automóvil	688	640	2	3082.24	2	50000	120	7.40
Camioneta	219	640	2	981.12	2	50000	190	3.73
Camión 2 Ejes	32	640	2	143.36	2	70000	200	0.41
Camión 3 Ejes	4	640	3	17.92	3	70000	200	0.05
							<b>Total</b>	<b>11.59</b>

*Nota.* Se detalla el desgaste y costos de los neumáticos durante un año. Elaborado por: El Autor.

Sin embargo, el recorrido útil se verá disminuido en una vía en malas condiciones, y más aún cuando el estado de la calle llega al punto en que los vehículos se atasquen por no tener una superficie firme y los neumáticos pierden adherencia con el piso provocando una fricción abrasiva para el neumático, bajo estas condiciones el recorrido útil del neumático disminuye a 30000km

**Tabla 81.***Desgaste de neumáticos con la calle en buen estado*

VIA EN MAL ESTADO								
		VIA	Ejes	Recorrido	NEUMATICOS			
	TPDA	m	N.º	(km)	N.º Pares	Recorrido útil (km)	Costo del repuesto	Costo anual
Automóvil	688	640	2	3082.24	2	30000	120	12.33
Camioneta	219	640	2	981.12	2	30000	190	6.21
Camión 2 Ejes	32	640	2	143.36	2	50000	200	0.57
Camión 3 Ejes	4	640	3	17.92	3	50000	200	0.07
							<b>Total</b>	<b>19.19</b>

Con la intervención de esta calle se estima un ahorro a los usuarios de 7.6 dólares anuales.

## Amortiguadores.

Al igual que los neumáticos, los amortiguadores tienen un recorrido útil que dependen de varios factores como el estado de la vía, en una calle en buen estado el recorrido útil de un amortiguador Según ELMOTOR es de 60000km más en una calle en mal estado puede llegar a tener un recorrido útil de 30000km.

**Tabla 82.**

### *Desgaste de Amortiguadores*

VIA EN BUEN ESTADO														
	VIA	Ejes	Recorrido	Amortiguadores					Paquetes					
	TPDA	m	Nº	(km)	Nº Pares	Recorrido util (km)	Costo del repuesto	Costo anual	Pares de paquetes	Recorrido util (km)	Costo repuest	Costo anual		
Automóvil	688	640	2	3082.24	2	60000	60	3.08	-	-	-	-		
Camioneta	219	640	2	981.12	2	60000	60	0.98	-	-	-	-		
Camion 2 Ejes	32	640	2	143.36	1	80000	80	0.14	1	300000	1080	0.52		
Camion 3 Ejes	4	640	3	17.92	1	90000	80	0.02	2	300000	1920	0.11		
								<b>Total</b>	4.22				<b>Total</b>	0.63

VIA EN MAL ESTADO														
	VIA	Ejes	Recorrido	Amortiguadores					Paquetes					
	TPDA	m	Nº	(km)	Nº Pares	Recorrido util (km)	Costo del repuesto	Costo anual	Pares de paquetes	Recorrido util (km)	Costo repuest o	Costo anual		
Automóvil	688	640	2	3082.24	2	30000	60	6.16	-	-	-	-		
Camioneta	219	640	2	981.12	2	30000	60	1.96	-	-	-	-		
Camion 2 Ejes	32	640	2	143.36	1	40000	80	0.29	1	150000	1080	1.032192		
Camion 3 Ejes	4	640	3	17.92	1	45000	80	0.03	2	150000	1920	0.229376		
								<b>Total</b>	8.45				<b>Total</b>	1.26

Con la intervención de esta calle se estima un ahorro a los usuarios de 4.85 dólares anuales.

## Costos por servicios de transporte.

Este es un costo que depende de la cantidad de veces que las personas piden un taxi o una camioneta que da servicio de transporte.

En la calle S34W actualmente existen un estimado de 70 viviendas en las que se proyecta que de todas las viviendas por lo menos una persona pide un servicio de transporte una vez al día.

la diferencia de costos en el servicio de transporte se basa en que automóviles no tienen la capacidad de ingresar a esta calle debido al estado de esta, por lo tanto, usan el servicio de las camionetas para poder hacerlo, pero estas cobran mas por el servicio, comparado con un vehículo (taxi). Tomando los 73 viajes que se realizarían al día y asumiendo la tarifa mínima actual establecida en Quito de 1.40\$ el gasto anual por transporte antes de la intervención de la vía sería de 37303\$, debido a que después de la intervención, los moradores seguirán usando transporte pero ahora algunos podrán usar sus propios vehículos, el gasto por pago de transporte será reducido en un 50%, este dato se toma en función a que un 90% de propiedades existentes cuentan con un ingreso vehicular a sus casas. Por lo tanto, el ahorro en gasto de transporte anual es de 18651.5\$

#### **Costos por rentar un garaje.**

Como se menciona en el análisis de costo por transporte. Los vehículos pequeños no pueden ingresar con facilidad y en temporadas de lluvia estos se atascan en el lodo por lo que las personas que tienen vehículos se ven obligados a pagar un garaje en un lugar cercano y accesible para guardar sus vehículos.

Para tener un dato cuantitativo se estima que, de las 73 viviendas, el 50% cuenta con un vehículo y tomando un costo promedio de la renta de un garaje mensual de 35\$, el ahorro en pago de garaje al año, si la calle llega a ser intervenida, sería de 15540\$.

#### **Beneficio.**

En términos monetarios el beneficio con la intervención de esta vía se lo resume de la siguiente manera.

**Tabla 83.**

*Resumen de gastos de los usuarios de la calle al año*

<b>RESUMEN DE GASTOS DE LOS USUARIOS DE LA VIA AL AÑO</b>				
	<b>Intervenida</b>	<b>Sin intervenir</b>	<b>Ahorro</b>	<b>% Ahorro</b>
<b>Neumáticos</b>	11.59	19.19	7.6	39.60
<b>Amortiguadores</b>	4.85	9.71	4.86	50.05
<b>Transporte</b>	18651.5	37303	18651.5	50.00
<b>Renta de Garaje</b>	0	15540	15540	100.00

*Nota.* Se muestra los costos afrontados por los moradores durante un año. Elaborado por: El Autor.

## CONCLUSIONES

Por la proyección de tráfico futuro esta calle se considera según la MOP 2003 como tipo III y debido a que esta se encuentra dentro de la Ciudad de Quito también se ha realizado la clasificación según la norma de Arquitectura y Urbanismo de Quito, según la cual esta calle es una Arterial Secundaria. Estas dos clasificaciones se basan en el valor de TPDA, que para este proyecto es  $TPDA = 943$ .

Los taludes en el diseño no superan los 4.7 metros, y en su gran mayoría no llegan ni a los 2 metros de altura, por lo cual no se realizan estudios de taludes y por consiguiente tampoco se realiza estudios previos necesario para un análisis de taludes.

El ancho de la calzada es de 4.5m por los dos carriles, este fue un diseño forzado debido a líneas de fabrica existentes que no permitía que la calle tenga más espacio transversal.

Las curvas horizontales cumplen con los radios mínimos establecidas en cualquiera de las dos normas mencionadas.

Las curvas verticales son parábolas que fueron diseñadas respetando los valores de  $k$  establecidos, que según la norma MOP 2003 para curvas convexas deberá ser mayor a 6 y para curvas cóncavas deberá ser mayor a 4

Para el levantamiento topográfico se ubicó 2 puntos GPS, la ubicación de estos se describe en el capítulo de Trabajos en Campo, o en los Anexos en planos topográficos. Podrán hacer uso de estos puntos para referenciación en obra.

El suelo después de haber realizado los ensayos correspondientes, se lo clasifica como: Arena limosa Arcillosa según SUCS y como A-4 según AASHTO. Además, tiene un CBR de diseño de 9.92% que se determinó realizando ensayos DCP en calicatas in situ.

La señalización se realizó según lo establecido por los parámetros de la empresa de Movilidad y Obras públicas, de las cuales se ubicaron señales horizontales, verticales, flechas.

El diseño de pavimentos se lo realizó por los métodos de la norma AASHTO 93 y se ha diseñado dos alternativas, una alternativa con pavimento Flexible y otra alternativa con pavimento semirrígido.

El diseño de drenaje vial se lo determinó calculando el caudal de diseño mediante el método racional y las precipitaciones mediante el método de los pluviógrafos, para el cálculo de la intensidad de precipitación se tomo los datos de la estación meteorológica “QUITO OBSERVATORIO” M0054.

## RECOMENDACIONES

Para la ejecución del proyecto, tomar en cuenta el cronograma de impacto ambiental que debe ejecutarse antes de la obra civil, esto con el fin de no tener desfases en el tiempo de ejecución.

Se realizó calicatas para determinar el CBR del suelo, pero la empresa constructora deberá realizar las inspecciones necesarias después de rasantear para determinar si existiese algún área donde el terreno tenga propiedades distintas.

La señalización propuesta es solo para la calle “S34W”, es importante que posterior a la ejecución del proyecto se realice la señalización para las calles que empatan con la “S34W”.

En cuanto a decidir entre el diseño de pavimento flexible o pavimento semirrígido, se recomienda colocar pavimento semirrígido, ya que, en el análisis financiero, la propuesta de pavimento semirrígido es más económica y tiene una Serviciabilidad más prolongada.

Si se opta por pavimento semirrígido, es necesario realizar juntas de retención con espaciamiento máximo de 120m en los tramos con pendientes pronunciadas.

El diseño de alcantarillado y agua potable no está contemplado en este proyecto por lo que es necesario que la entidad correspondiente realice el diseño y disponer su ejecución de la red de alcantarillado y agua potable antes de la intervención vial.

En la abscisa 645 termina este proyecto, en ese mismo punto hay una calle que empata perpendicularmente, la cual actualmente no tiene otra salida, por lo que se recomienda que se realice posteriormente el diseño de esa calle en mención.

## REFERENCIAS

- American Association of State and Transportation Highway Officials (1993). *Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos*. (IDPP; 1° ed.). Instituto para el desarrollo de los pavimentos del Perú. (Original work published 1993).
- ASTM, American Society for Testing and Materials, internacional(2007). *C1621*  
[https://www.astm.org/c1621\\_c1621m-17.html](https://www.astm.org/c1621_c1621m-17.html)
- Aviles, L. (2013). *Caracterización geológica-geotécnica del sur de la ciudad de Quito*. [Tesis de grado. Universidad Técnica De Ambato de Ecuador]. Repositorio de la Universidad Central Del Ecuador. <file:///C:/Users/User/Downloads/T-UCE-0012-282.pdf>
- Cadena, P. (2017). *Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales*. Remexca, volumen 8.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
- Ceballos Chaparro, C.I.,& Infante Cervantes, A. (2016) *Diseño Geométrico, inspección vial*.<https://es.slideshare.net/infanteabraham/inspeccion-y-analisis-de-seguriadad-vial-en-carreteras>
- DAS, B. M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica. En B. M. DAS, *Fundamentos de ingeniería geotécnica* . D.F Mexico: CENGAGE.
- García, A. (2017) *Viviendas afectadas en lo que va del invierno en Quito*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/viviendas-afectadas-invierno-quito-lluvias.html>
- Hernández Coca, G.(2017) *Método analítico*.

[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/b\\_huejutla/2017/Metodo\\_Analitico.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/b_huejutla/2017/Metodo_Analitico.pdf)

IEE , MAGAP. (2013) *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional.* [Institutos IEE y MAGAP 2013 “GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL. ESCALA 1: 25 000” pag 14](#)

INTERBITUMEN (2018), *Pavimentos, interviniéndolos a nivel de la superficie.* <https://interbitumen.com.mx/2018/07/16/tipos-de-pavimento/#:~:text=Un%20pavimento%20se%20le%20llama,la%20cual%20debe%20funcionar%20eficientemente>

Lasluisa, J. (2012). *Modelo de diseño geométrico de caminos vecinales 2012* [Tesis de grado. Universidad Técnica De Ambato de Ecuador]. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/>

León, J. (2017). *Determinación de la correlación entre los índices dcp in situ y cbr de laboratorio.* [Tesis de grado, Universidad De Cuenca de Ecuador]. Repositorio de la universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28567/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>.

Medina, R. (2004). *La Topografía, Elementos y Principios* [Tesis de grado, Universidad TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA]. Repositorio de la Universidad Técnica Particular de Loja. <https://es.slideshare.net/instinctiveroyer/la-topografa-elementos-y-principios>

meteoblue. (2022) Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Quito. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/quito\\_ecuador\\_3652462](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/quito_ecuador_3652462)

Monsalve Escobar, L. M., Giraldo Vásquez, L. C. y Maya Gaviria, J. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido.*

[https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29\\_03-02-0798398.pdf](https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf)

MTOP. (2014). *Decretos. 436 Expídese el Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.*

<https://vlex.ec/vid/436-expidese-reglamento-ley-732906501>

Navarro, S. J. (2008). *Análisis del flujo vehicular.*

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf>

NORMAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO. (2003). *ORD-3457*

[https://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORD-3457%20-%20NORMAS%20DE%20ARQUITECTURA%20Y%20URBANISMO.pdf](https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORD-3457%20-%20NORMAS%20DE%20ARQUITECTURA%20Y%20URBANISMO.pdf)

Orbea, M. (2013). *Estudio de impacto ambiental para el transporte de FUEL OIL.* Ibarra:

OPTIME. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/EIA-Y-PMA-COMPANIA-BURBANO-GARCIA-PC.pdf>

Peñafiel, J., & Zayas, J. (2001). *Fundamentos del sistema GPS y aplicaciones en la topografía.* <http://www.rutasnavarra.com/gps/teoria/gpsavanzado.pdf>

Sánchez-Leal, F. J. (2016). *Geotechnics MEXICO.*

<https://www.geotechnics.com/post/que-es-el-cbr>

Villacis, W. (2014). *Manual Práctico de Optimización Para la Revisión de Estudio de Diseño de Pavimentos* [Tesis de grado. Universidad Internacional Del Ecuador].

Repositorio de la universidad de la Universidad Internacional Del Ecuador.

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2220/1/T-UIDE-1267.pdf>

Vise. (2021). *Importancia de los sistemas de drenaje para carreteras*.

<https://blog.vise.com.mx/importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-para-carreteras>

## GLOSARIO

**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.

**Subbase:** Superficie de suelo preparada sobre la que se ha de construir un cimiento o pavimento.

**Pendiente de bombeo:** Es el grado de inclinación transversal que se le da a la vía para que pueda escurrir el agua hacia las cunetas.

**TPDA:** Es la unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual