



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUITO LOMA DE LA COMUNIDAD
DE SAN FRANCISCO DE OYACOTO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE
PICHINCHA**

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

AUTOR: Lenin Francisco Loachamín Simbaña

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lenin Francisco Loachamín Simbaña con documento de identificación N° 1722791157 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 parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 19 de septiembre del 2022

Atentamente,



Lenin Francisco Loachamín Simbaña

1722791157

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

Yo, Lenin Francisco Loachamin Simbaña de identificación N° 1722791157, 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: “Rediseño geométrico de la Vía Quito Loma de la Comunidad de San Francisco de Oyacoto, Cantón Quito, Provincia de 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, 19 de septiembre del 2022

Atentamente,



Lenin Francisco Loachamín Simbaña

1722791157

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: REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUITO LOMA DE LA COMUNIDAD DE SAN FRANCISCO DE OYACOTO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Lenin Francisco Loachamín Simbaña con documento de identificación N° 1722791157, 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, 19 de septiembre del 2022

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi cariño y amor a mis padres Francisco y Martha por su sacrificio, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad.

A mi hermano por demostrarme su apoyo es una gran bendición que tengo en mi vida a pesar de las diferencias que tenemos siempre estamos el uno para el otro.

A Dios por bendecirme con inteligencia y sabiduría en cada momento de mi vida y gracias a ello he podido cumplir uno de mis sueños que era ser un Ingeniero Civil.

A mi personita especial por regalarme su cariño y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Francisco y Martha, pilares fundamentales en mi vida, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir una meta más, gracias por formarme como persona me han dado todo, mis principios, mis valores, mi empeño, mi carácter y sobre todo mi coraje para seguir con mis objetivos.

A mi hermano Denis, por darme siempre ánimo y estar conmigo en todo momento.

A mis hermanas Kiara y Luna, por la compañía que me brindan día a día.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por la formación profesional adquirida.

A todos los docentes, por brindarme sus conocimientos en especial al Ing. Hugo Carrión.

A todos mis compañeros, por el apoyo que me brindaron en el transcurso de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Diagnóstico del problema	3
1.4. Datos generales del proyecto	5
1.5. Ubicación, localización y límites.....	5
1.1. Justificación	7
1.2. Objetivos específicos	8
1.3. Objetivo general.....	8
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Diseño Geométrico	9
2.2. Alineamiento Horizontal.....	9
2.2.1. Velocidad de Circulación	9
2.2.2. Peralte	10
2.2.3. Radio Mínimo.....	10
2.2.4. Elementos de la curva circular.....	10
2.3. Alineamiento Vertical.....	13
2.3.1. Distancia de visibilidad de parada	13
2.3.2. Distancia Rebasamiento	14
2.3.3. Pendiente máxima.....	14
2.3.4. Pendiente mínima	15
2.3.5. Longitud Mínima.....	15
2.3.6. Curva vertical	15
2.4. Perfil Longitudinal.....	18
2.5. Secciones transversales.....	18
2.5.1. Sobreechancho	19

2.5.2.	Espaldón	19
2.6.	Señalización y seguridad vial	19
2.6.1.	Líneas longitudinales	20
2.6.2.	Líneas de separación de flujos opuestos.....	21
2.6.3.	Líneas de separación de carriles	23
2.6.4.	Líneas Transversales.....	24
2.7.	Símbolos y Leyendas	27
2.8.	Parámetros del diseño geométrico	30
2.9.	Cálculos de volúmenes	30
2.9.1.	Movimiento de tierras.....	30
2.9.2.	Curva de masas	31
CAPITULO III	34	
MARCO METODOLÓGICO.....	34	
3.1.	Modalidad de la investigación	34
3.1.1.	Investigación de Campo	34
3.1.2.	Investigación Bibliográfica	34
3.1.3.	Nivel Exploratorio	35
3.1.4.	Nivel Descriptivo.....	35
3.1.5.	Nivel Explicativo.....	36
3.2.	Enfoque de la investigación.....	36
3.2.1.	Cualitativo	36
3.2.2.	Cuantitativo	37
3.3.	Técnicas de recolección de información.....	37
3.3.1.	Observación	38
3.3.2.	Encuesta.....	38
3.4.	Población y muestra.....	38
3.4.1.	Población	38
3.4.2.	Muestra	38

CAPÍTULO VI.....	39
ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	39
4.1. Alcance	39
4.2. Reconocimiento de campo	39
4.3. Equipos topográficos utilizados	40
4.3.1. GPS estacional.....	40
4.3.2. Trípode.	40
4.3.3. Jalones.	41
4.3.4. Señales.....	42
4.3.5. Cintas métricas.	43
4.4. Puntos de posicionamiento global GPS	44
4.5. Planimetría y Altimetría.....	52
CAPÍTULO V.....	53
ESTUDIOS DE TRÁFICO DEL PROYECTO	53
5.1. Alcance	53
5.2. Metodología empleada.....	53
5.2.1. Trabajo de campo	53
5.2.2. Trabajo de Gabinete.....	54
5.3. Conteo del tráfico.....	56
5.4. Trafico promedio diario anual (TPDA)	56
5.5. Tráfico promedio diario semanal	57
5.6. Trafico Promedio Diario Mensual	58
5.7. Trafico promedio diario anual (TPDA)	58
5.8. Proyección del tráfico actual.....	59
5.8.1. Tasa de crecimiento vehicular.	59
CAPÍTULO VI.....	62
REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	62
6.1. Velocidad de circulación	62
6.2. Peralte	62
6.3. Radio mínimo.	63

6.4.	Curva circular.	65
6.5.	Distancia de visibilidad de parada.	68
6.6.	Distancia de rebasamiento.	68
6.7.	Pendiente máxima.....	69
6.8.	Pendiente mínima	69
6.9.	Longitud mínima.....	69
6.10.	Cálculo de la curva vertical cóncava simétrica	69
6.11.	Factor K.....	70
6.12.	Perfil longitudinal.....	71
6.13.	Sobreancho.	71
6.14.	Espaldón.....	72
6.15.	Ancho de vía.....	72
6.16.	Cálculo de volúmenes.	72
CAPÍTULO VII.....		76
EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA		76
7.1.	Ingresos (beneficios).....	76
7.1.1.	Costos de operación vehicular	76
7.1.2.	Sistema de producción.....	76
7.1.3.	Plusvalía del sector	78
7.1.4.	Traslado de productos del sector	79
7.2.	Egresos (Costos económicos del proyecto)	80
7.2.1.	Mantenimiento vial.....	81
7.2.2.	Costos de Construcción	87
7.2.3.	Valor actual neto (Van)	90
7.2.4.	Tasa interna de retorno (TIR)	91
7.2.5.	Análisis del beneficio-costo B/C	92
CONCLUSIONES		94
RECOMENDACIONES		95
BIBLIOGRAFÍA		98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales del proyecto.....	5
Tabla 2 Parámetros de señalización.....	22
Tabla 3 Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril.....	23
Tabla 4 Coordenadas levantamiento topográfico de la vía San Francisco de Oyacoto..	44
Tabla 5 Resumen del conteo de la estación 1	55
Tabla 6 Resumen del conteo de la estación 2.....	55
Tabla 7 Resumen del conteo de la estación 1 y 2.....	55
Tabla 8 Resumen del ajuste del tráfico diario semanal (TPDS).....	57
Tabla 9 Resumen de ajuste del tráfico diario mensual (TPDM)	58
Tabla 10 Factores mensuales de incidencia en el aforo vehicular.....	59
Tabla 11 Tráfico promedio Diario Anual	59
Tabla 12 Tasa de crecimiento vehicular para la provincia de pichincha.....	60
Tabla 13 Calculo del tráfico proyectado.....	60
Tabla 14 Rediseño geométrico de vía propiedades de diseño	65
Tabla 15 Cálculo curvas rediseño geométrico de vía.....	70
Tabla 16 Factor K mínimo para las curvas de la vía	71
Tabla 17 Señalética a colocar en la vía.....	75
Tabla 18 Costo de producción de maíz antes del rediseño de la vía	77
Tabla 19 Costo de producción de maíz después del rediseño de la vía.....	78
Tabla 20 Plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto antes de la ejecución del proyecto	79
Tabla 21 Plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto después de la ejecución del proyecto	79
Tabla 22 Costo transporte de productos antes del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto.....	80
Tabla 23 Costo transporte de productos antes del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto.....	80
Tabla 24 Mantenimiento vial - Primer año de operación	86
Tabla 25 Mantenimiento Vial - Tercer año de operación.....	86
Tabla 26 Mantenimiento Vial – Quinto año de operación	86
Tabla 27 Mantenimiento vial – Décimo año de operación.....	86
Tabla 28 Resumen de costos mantenimiento vial años 1 – 10	87

Tabla 29 Cálculo de VAN para el proyecto de rediseño de vía San Francisco de Oyacoto	91
Tabla 30 Cálculo de TIR para el proyecto de rediseño de vía San Francisco de Oyacoto	92
Tabla 31 Comparación tiempo de viaje antes del proyecto y después del proyecto del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Actividades económicas de la Comunidad San Francisco de Oyacoto	3
Figura 2 Estado actual de la vía Comunidad San Francisco de Oyacoto	5
Figura 3 Ubicación de la comunidad San Francisco de Oyacoto	6
Figura 4 Límites de la comuna San Francisco de Oyacoto	7
Figura 5 Relación entre las velocidades de diseño y de circulación	10
Figura 6 Elementos de la curva circular simple	11
Figura 7 Distancia de visibilidad de parada.....	13
Figura 8 Distancia de rebasamiento.....	14
Figura 9 Elementos de una curva vertical	15
Figura 10 Esquema de los casos de curvas convexas.....	17
Figura 11 Esquema de los casos de curvas cóncavas	18
Figura 12 Sobreancho de vía	19
Figura 13 Señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada	21
Figura 14 Doble línea continua con ejemplo de tachas a 12 m	22
Figura 15 Doble línea mixta: continua y segmentada (tachas amarillas van en el lado de la línea continua)	23
Figura 16 Líneas de separación de carriles segmentado.....	24
Figura 17 Línea de pare en intersección con señal vertical de pare	25
Figura 18 Línea de ceda el paso	26
Figura 19 Línea de cruce cebra.....	26
Figura 20 Línea de detención	27
Figura 21 Cruce peatonal controlado con semáforos	27
Figura 22 Señalización leyenda solo	28
Figura 23 Señalización velocidad máxima (dimensiones en mm)	28
Figura 24 Señalización prohibido estacionar (dimensiones en mm).....	29
Figura 25 Señalización zona de peatones	29
Figura 26 Parámetros del diseño geométrico MOP.....	30
Figura 27 Perfil longitudinal y diagrama de masas	31
Figura 28 Propiedades del diagrama de masas.....	33
Figura 29 Levantamiento topográfico - trípode.....	41
Figura 30 Levantamiento topográfico - jalón y receptor GPS.....	42

Figura 31 Levantamiento topográfico - Señalización cilindros de hormigón	43
Figura 32 Formulario para el control manual del tráfico.....	54
Figura 33 Clasificación vehicular y distribución máxima de carga por eje	54
Figura 34 Ubicación estaciones de conteo	56
Figura 35 Tabla de radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción para una velocidad de diseño de 60 km/h.	63
Figura 36 Tabla de radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción para una velocidad de diseño de 60 km/h.	64
Figura 37 Curvas verticales cóncavas	70
Figura 38 Perfil longitudinal rediseño geométrico de la vía San Francisco de Oyacoto	71
Figura 39 Curva de masas vía San Francisco de Oyacoto.....	73
Figura 40 Distancia, volumen y número de volquetas movimiento de masas vía San Francisco de Oyacoto	74
Figura 41 Distribución productos de producción Comunidad San Francisco de Oyacoto	77
Figura 42 Plusvalía sector San Francisco de Oyacoto.....	78
Figura 43 Ciclo de una carretera sin mantenimiento.....	81
Figura 44 Fases del ciclo de una carretera sin mantenimiento	82
Figura 45 Fases del ciclo de una carretera con mantenimiento.....	83
Figura 46 Política de mantenimiento vial MTOP 2015.....	84
Figura 47 Esquema de migración a mantenimiento por niveles de servicio	84
Figura 48 Actividades y gestión de mantenimiento vial	85
Figura 49 Cálculo del volumen de corte y relleno (m ³)	88
Figura 50 Cálculo de volumen de acarreo y sobre acarreo (m ³)	89
Figura 51 Presupuesto general referencial de la obra.....	90

RESUMEN

El camino de San Francisco de Oyacoto es un camino de 1.8 km de largo que conecta a la comunidad de San Francisco de Oyacoto con las comunidades aledañas. Sin embargo, actualmente la vía se encuentra en mal estado, lo que dificulta el paso de vehículos y peatones.

Es por ello que este trabajo propone el rediseño geométrico de la vía de San Francisco de Oyacoto con el fin de mejorar el diseño y las condiciones actuales de la vía que servirá para mejorar la calidad de vida y la economía de la población.

El presente proyecto comienza con el estudio topológico de la carretera actual, el cual proporcionó las coordenadas de los puntos necesarios para realizar el trazado vial. Continuar con el análisis de la geometría de la vía y el rediseño geométrico de la misma, teniendo en cuenta todas las pautas que establece la teoría, cuidando los radios mínimos de las curvas y todas las consideraciones necesarias para el diseño de las mismas. Por lo que el proyecto permite garantizar la comodidad y seguridad del usuario.

Posteriormente, se realizó un estudio del tránsito actual y futuro, así como el diseño del pavimento a colocar en la vía y la respectiva señalización que será necesario colocar sobre la misma, de manera que sea segura para los usuarios y peatones

Finalmente, se realiza la evaluación económica y financiera del proyecto, donde se analizan aspectos como: el valor agregado del sector del proyecto y los ingresos y gastos que genera el proyecto, además del cálculo de los indicadores financieros: VAN y TIR que ayudará a determinar la viabilidad del proyecto.

Palabras clave: vía, diseño, tránsito, vehículos, costo, usuario, seguridad, curva.

ABSTRACT

San Francisco de Oyacoto's road is a 1.8 km long road that connects the community of San Francisco de Oyacoto with the surrounding communities. However, the road is currently in poor condition, making it difficult for vehicles and pedestrians to pass.

Thus, this work proposes the geometric redesign of the San Francisco de Oyacoto's road in order to improve the design and current conditions of the road that will serve to improve the quality of life and the economy of the population.

The present project begins with the topological study of the current road, which provided us with the coordinates of the points necessary to carry out the road layout. To continue with the analysis of the geometry of the road and the geometric redesign of the same, taking into account all the guidelines established by the theory, taking care of the minimum radii of the curves and all the necessary considerations for the design of the same so that the project allows us to guarantee the comfort and safety of the user. Subsequently, a study of the current and future traffic was carried out, as well as the design of the pavement to be placed on the road and the respective signaling that will be necessary to place on it, so that it will be safe for users and pedestrians.

Finally, the economic and financial evaluation of the project is carried out, where aspects such as: the added value of the project sector and the income and expenses generated by the project are analyzed, in addition to the calculation of the financial indicators: NPV and IRR that will help to determine the feasibility of the project.

Key words: road, design, traffic, vehicles, cost, user, safety, curve.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

De acuerdo con (Cárdenas, 2013) una carretera es una infraestructura de transporte cuyo propósito es permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y tiempo. La definición del tipo, sus características geométricas y el volumen de vehículos ayudarán a definir la funcionalidad de la vía (p. 1).

Asimismo, según Castelán (s.f) una carretera puede ser definida como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido condicionada. Las carreteras requieren de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad para los usuarios. Estas pueden ser de una o varias calzadas, que a su vez pueden estar conformadas por uno o varios carriles y puede tener uno o ambos sentidos de circulación, de acuerdo a los volúmenes en la demanda del tránsito (Agudelo, 2002, pág. 54).

El diseño geométrico de una vía deberá cumplir con criterios de funcionalidad, seguridad, comodidad, estética, economía y compatibilidad con el medio ambiente de manera que su diseño asegure una adecuada movilidad manteniendo una velocidad de operación controlada que garantice el desplazamiento de los usuarios de forma segura.

La infraestructura vial tiene una notable influencia en el desarrollo de una nación o región, tal como lo demuestran las fuertes correlaciones existentes entre la densidad de la red de carreteras y el Producto Interno Bruto (PIB) correspondiente a su área de influencia (Corporación Andina de Fomento, 2010, pág. 14).

La carencia de una infraestructura adecuada de transporte afecta la competitividad de los países y el desarrollo local. Además, encarece los costos de transporte de carga, lo que representa una desventaja competitiva. Esto impide la reducción de los índices de pobreza de una nación o comunidad. Una carretera en mal estado puede poner en peligro la vida del usuario y a su vez acelerar el deterioro de los vehículos.

Además, los problemas de tránsito, movilidad y accesibilidad (barcos y horarios) y viales imponen altos costos en materia social, de salud, inseguridad, servicios y

productos, afectando particularmente a las comunidades periurbanas, marginales y rurales.

Así pues, un número suficiente de vías para el transporte es fundamental tanto para asegurar la competitividad y la capacidad exportadora del país, como para promover el desarrollo local y la calidad de vida de los ciudadanos. Las vías de transporte permiten mejorar la accesibilidad a las comunidades, satisfacer las necesidades de los pobladores y facilitar el transporte de alimentos, materiales, servicios básicos y demás.

1.2. Antecedentes

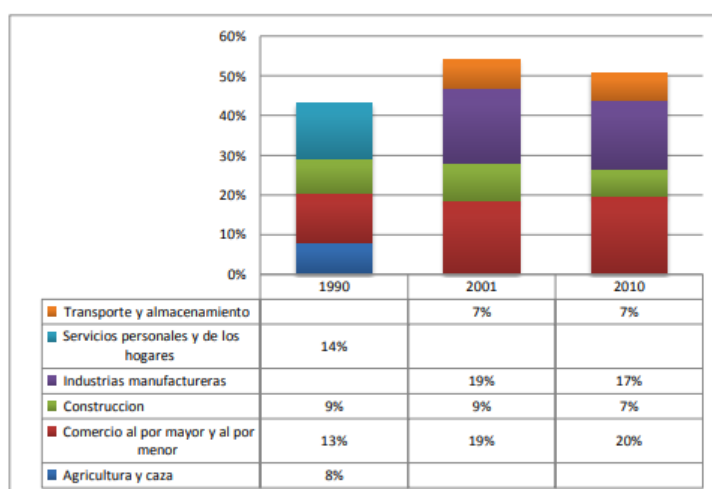
La Comuna de San Francisco de Oyacoto ubicada en la parroquia de Calderón, se originó antes de 1979. De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), la población de San Francisco de Oyacoto es de aproximadamente 1602 habitantes; de ellos el 49%, es decir 789 son hombres y el 51%, es decir 813 son mujeres (p. 1).

La población predominante en la comunidad de San Francisco de Oyacoto, es aquella que cuenta con instrucción primaria, representando aproximadamente un 42% sobre el total. Mientras que el porcentaje de población que ha culminado la etapa secundaria es de 306 personas, lo que representa un 21%. Así pues, el 6% cuenta con un grado de instrucción media. Solo el 5% de la población (cerca de 72 personas) han llegado a culminar la educación superior o de tercer nivel (INEC, 2010, p. 1).

Con el pasar del tiempo, se ha ido generando un incremento en el crecimiento de la población económicamente activa, dentro de la comunidad San Francisco de Oyacoto, esto gracias a la aceleración del proceso de industrialización y desarrollo del comercio en el territorio. Tal es así que, en el año 2010, el comercio se sitúa en el primer lugar dentro de las actividades económicas ejercidas por la población del sitio, seguido de las industrias manufactureras, el transporte y la construcción (INEC, 2010, p. 1).

Figura 1

Actividades económicas de la Comunidad San Francisco de Oyacoto



Nota. Gráfica de actividades económicas de la Comunidad San Francisco de Oyacoto.

Fuente: Diario El Comercio, 2010.

Sin embargo, la comuna San Francisco de Oyacoto, se ha visto afectada por la poca o casi nula inversión de las autoridades competentes en la ejecución de obras y proyectos viales y de pavimentación. Esto perjudica el acceso de los pobladores y turistas a la comuna, complicando su movilidad. La falta de vías de comunicación dificulta el comercio en la zona, perjudicando a la economía local de los habitantes del lugar (INEC, 2010, p. 1).

La comuna de San Francisco de Oyacoto cuenta con servicios de: agua potable, este servicio es proporcionado por el EMAAPS, su cobertura es del 87%; alcantarillado; energía eléctrica y alumbrado público, su cobertura es del 85%; telecomunicaciones; salud pública; escombrera, su capacidad de almacenaje es de 1.972.755 m³ y sistema de manejo de residuos sólidos (INEC, 2010, p. 1).

1.3. Diagnóstico del problema

Se ha denominado a las vías de comunicación como aquellas obras de ingeniería que ayudan al desarrollo tanto económico como social, fundamental para la población y que, es un camino que permite llevar un producto de lugar a otro a través de vehículos.

Es así como, antiguamente el ser humano ha buscado de manera continua la forma de llegar a diferentes comunidades implementando técnicas rudas para la apertura de carreteras mediante hachas, machetes u otro tipo de herramientas, sin embargo, al pasar el tiempo estos métodos han ido mejorando evidenciándolo que, en la actualidad se usa maquinarias y equipos que facilitan el proceso (Rodríguez, 2015, p. 14)).

Durante los últimos años, ha existido preocupación en las autoridades municipales a cerca de los servicios básicos, como el agua potable, recreación, manejo de residuos sólidos, alcantarillado, etc. dejando a un lado la infraestructura vial para el tránsito vehicular dentro de una población, ocasionando accidentes, malestar y pérdidas económicas (El Comercio, 2018, p. 2)

Sin embargo, se ha dado soluciones temporales, mismas que no compensan el volumen de tráfico actual, incluyendo la falta de espacio para nuevas vías, a consecuencia gran parte de la población que vive en las comunidades necesitan movilizarse a sus estudios, trabajo mediante vías alternas (Lozada, 2018, p. 17).

En la comunidad de San Francisco de Oyacoto en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, no existen vías adecuadas que permitan la circulación segura de los vehículos y que faciliten la comunicación de las comunidades. La falta de vías en condiciones adecuadas afecta la calidad de vida de la población de esta comunidad, especialmente durante la época lluviosa, ya que, al no existir una vía definida pavimentada, con las fuertes lluvias, el suelo se ve afectado, impidiendo la circulación peatonal y vehicular ocasionando accidentes y pérdidas económicas para las actividades agrícolas que se desarrollan en el sector. El mal estado de la vía existente se muestra en la Figura 2. Tomando en cuenta estas consideraciones y con el propósito de mejorar la calidad de vía de los habitantes de la comunidad San Francisco de Oyacoto, se ha propuesto el rediseño geométrico de dicha vía para comodidad de la población.

Figura 2

Estado actual de la vía Comunidad San Francisco de Oyacoto



Nota. Gráfica estado actual vía en la comunidad San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

1.4. Datos generales del proyecto

Tabla 1

Datos generales del proyecto

Datos Generales	
Provincia	Pichincha
Cantón	Quito
Parroquia	Calderón
Comunidad	San Francisco de Oyacoto
Localidades – Subsectores	Comunas del Este - Calderón
Coordenadas	0°6'25" Sur 78°23'45" Oeste
Temperatura	16 a 18°C
Nº Habitantes	1602
Tipo de vías de acceso	Vecinales
Situación actual de la vía	En malas condiciones, la superficie de rodadura se encuentra sin pavimentar

Nota. Se presentan los datos generales del proyecto. Elaborado por: El Autor.

1.5. Ubicación, localización y límites

San Francisco de Oyacoto es una comunidad en Ecuador ubicada en la latitud 0°6'25" Sur y 78°23'45" Oeste. San Francisco de Oyacoto está situada al sureste de Santa

Anita y al sureste de San Miguel de común bajo y limita en dirección sur occidente con el Cantón Quito, cabecera cantonal de la Provincia de Pichincha.

Figura 3

Ubicación de la comunidad San Francisco de Oyacoto



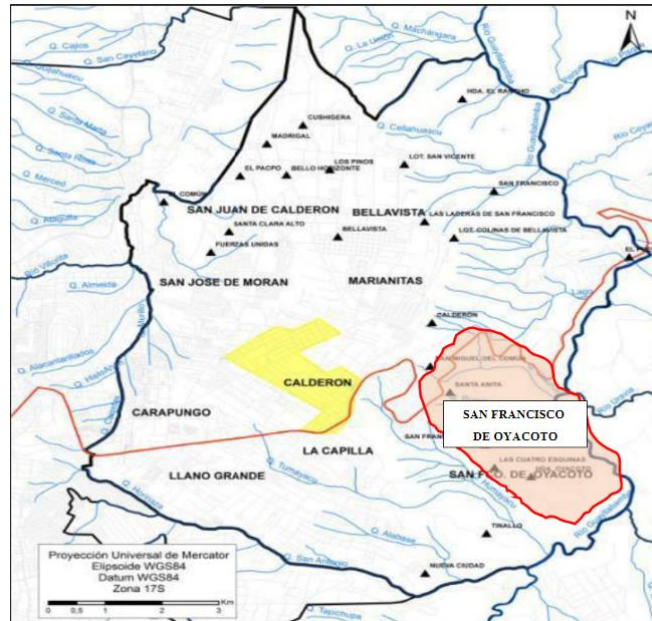
Nota. Gráfica ubicación de la comunidad San Francisco de Oyacoto. Fuente: Google maps, 2022.

La comunidad de San Francisco de Oyacoto, se encuentra ubicada dentro de los siguientes límites:

- Norte: Tabacundo, Ciudad cabecera cantonal del Cantón Pedro Moncayo ubicada en las coordenadas geográficas $0^{\circ}02'52''N$ $78^{\circ}13'18''O$ y Guayllabamba, Parroquia rural perteneciente al Cantón Quito, ubicada en las coordenadas geográficas $0^{\circ}03'33''S$ $78^{\circ}20'29''O$.
- Sur: Tumbaco y Cumbayá, parroquias rurales del Distrito Metropolitano de Quito. La parroquia de Tumbaco, se encuentra a 20.1 km de Quito mientras que Cumbayá se encuentra a una distancia aproximada de 16.1km.
- Este: Yaruqui, Puembo, Checa, la parroquia rural del Quinche y la parroquia de Tababela.
- Oeste: Carapungo, Llano Grande y la parroquia de Calderón.

Figura 4

Límites de la comuna San Francisco de Oyacoto



Nota. Gráfica donde se representa los límites de la comuna San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

1.1. Justificación

A nivel mundial el sistema de transporte por vías radica en la importancia para el desarrollo económico ya que, se constituye como medio de movilización de productos, personas, bienes de consumo, entre otros. Por lo cual, todo esfuerzo realizado para rehabilitar, rediseñar, construir y mantener las carreteras en condiciones adecuadas es de gran alcance tanto en la vida como en la economía del ser humano (Moscote, 2020, p. 11).

Además, se toma en consideración que, una vía diseñada de manera adecuada permite la circulación vehicular de manera continua en tiempo y espacio con un nivel de comodidad, rapidez y seguridad, estas pueden ser de una o diferentes calzadas, uno o dos sentidos para la circulación con relación al volumen en la petición de tránsito, categorización funcional, formación de vehículo y distribución direccional (Acosta y Freire, 2020, p. 14).

Del mismo modo sucede con el tránsito de las personas ya que, al tener vías adecuadas mejora las condiciones básicas y permiten que, el desarrollo de sus actividades sea

efectuadas de forma correcta. Así mismo, la infraestructura para el transporte, es decir las carreteras aumentan la competencia en las tareas productivas y económicas de un país (Morales, 2020, p. 23).

Debido a esto, en Ecuador se establece la rehabilitación de las carreteras de segundo y tercer orden localizadas en el interior del territorio con el fin de optimizar los tiempos de traslado e incluir más espacio y población hacia el desarrollo productivo agropecuario y turístico con las mejoras y asfaltado en las vías (Chiquito, 2013, p. 12).

Por lo cual, la presente investigación resulta importante ya que, la Vía Quito Loma ubicada en San Francisco de Oyacoto al presentar falencias para la circulación vehicular, tránsito peatonal afecta de manera general a su comunidad para efectuar las actividades diarias, por lo mismo, es necesario proponer un rediseño geométrico para brindar comodidad y condiciones viales adecuadas a su población, de manera que esto fomente las actividades productivas, acelere el crecimiento y desarrollo económico de la comunidad y mejore la calidad de vida de sus habitantes.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar los problemas que afectan a la circulación vehicular y peatonal en la Comunidad de San Francisco de Oyacoto.
- Efectuar el estudio topográfico de la zona.
- Elaborar la propuesta para el rediseño geométrico de la vía Quito Loma de la Comunidad de San Francisco de Oyacoto.

1.3. Objetivo general

Elaborar el rediseño geométrico de la Vía Quito Loma de la Comunidad de San Francisco de Oyacoto, Cantón Quito, Provincia de Pichincha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de relacionar elementos físicos con el rendimiento del vehículo utilizando matemáticas, física y geometría.

2.2. Alineamiento Horizontal

Según el Diseño geométrico de carretas de Cárdenas 2013: “El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría” (p. 37).

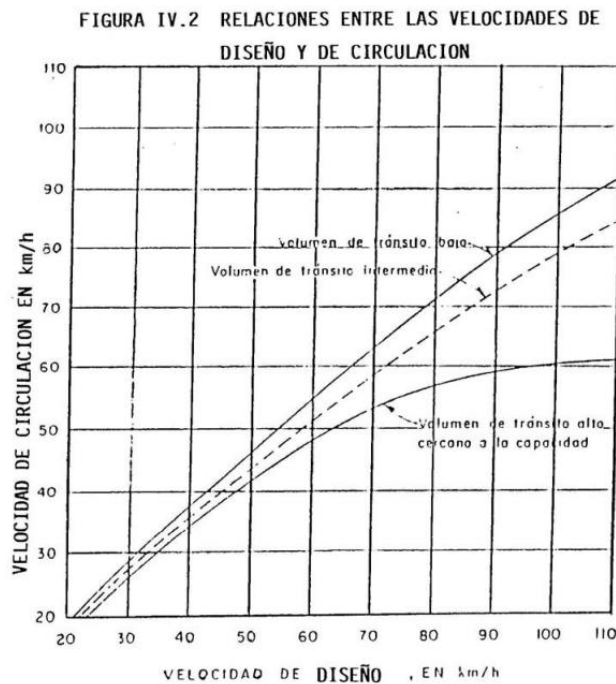
Para este proyecto se tiene varias velocidades de diseño porque al ser una avenida existente se ha ajustado el diseño a las condiciones ambientales y físicas de la vía. Por lo cual, el primer tramo de la avenida Quito-Loma se ha diseñado para 50 km/h porque existen varias viviendas, el segundo tramo se ha diseñado para una velocidad de 60 km/h ya que no está aún poblado.

2.2.1. Velocidad de Circulación

De acuerdo con el MOP (2003) con La velocidad del ciclo es la velocidad real del vehículo en una sección de carretera determinada, este parámetro se emplea como una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios (p. 23). De este modo, dado que a medida que el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye. Por ende, para realizar el rediseño geométrico de la vía es de suma importancia conocer las velocidades de los vehículos que transitarán por la vía a ser rediseñada. El gráfico que se muestra a continuación, ilustra la relación existente entre las velocidades de diseño y circulación:

Figura 5

Relación entre las velocidades de diseño y de circulación



Nota. Gráfica de relación entre las velocidades diseñadas para la circulación. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

2.2.2. Peralte

El peralte es la inclinación transversal de la superficie de rodadura en las curvas horizontales que se genera hacia el lado interior de la curva.

2.2.3. Radio Mínimo

Según el manual de Diseño Geométrico de Carreteras establece que el radio mínimo se da mediante la siguiente ecuación:

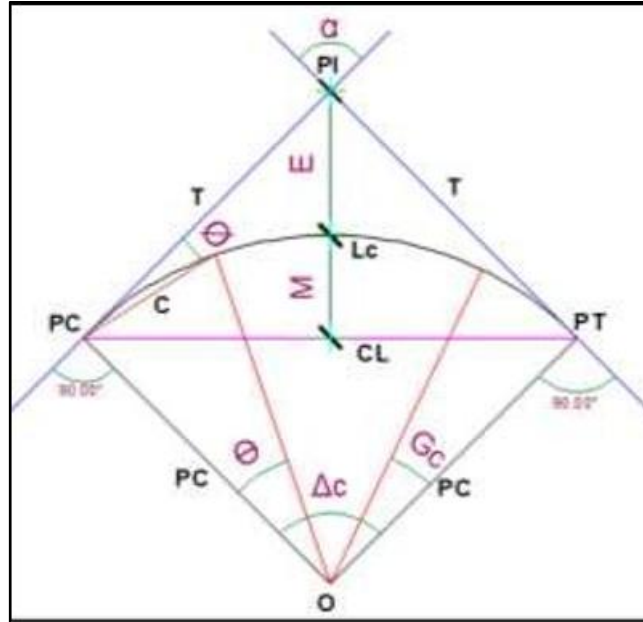
$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

2.2.4. Elementos de la curva circular

La curva circular es un arco de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. (Machado, 2010, p. 53).

Figura 6

Elementos de la curva circular simple



Nota. Gráfica de los elementos de una curva circular simple. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

De acuerdo con Cárdenas (2013) se tienen las siguientes definiciones:

Una curva horizontal simple es la que está formada por un solo radio y consta de:

PI: Punto de intersección de las tangentes.

PC: Punto de Principio de la Curva.

PT: Punto final de la Curva.

O: Centro de la Curva Circular Simple

α : Ángulo de Deflexión de las tangentes.

Δc : Ángulo central de la curva circular.

T: Tangente de la curva o distancia entre PI y PT o entre PI y PC:

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * 6$$

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular, es la prolongación de la recta en PC y la tangente.

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

E: Externa, es la distancia máxima entre el PI y la curva circular se determina de la siguiente manera:

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

M: t: Ordenada Media, es la longitud de la flecha en el punto mediodo la curva.

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2}$$

Lc: Longitud de Curva circular simple, se define como la longitud del arco existente entre el PC y PT.

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

Gc: Grado de curvatura es el ángulo formado por un arco de 20 m. el valor máximo del grado de curvatura permite circular con seguridad la curva adoptando el peralte máximo a la velocidad de diseño.

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi * R}$$

R: Radio de la curva circular simple, es inversamente proporcional al grado de curvatura.

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

Rmin: Radio mínimo de curvatura, es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

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

Cl: Cuerda Larga, es la distancia en línea recta entre el PC, y el PT

$$Cl = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2}$$

C: Cuerda, es la distancia en la línea recta comprendida entre 2 puntos de la curva.

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

θ : Ángulo de la cuerda, está formado por la prolongación de la tangente de la vía y la curva circular.

$$\alpha = \frac{Gc * 1}{40} - \frac{\theta}{2}$$

2.3. Alineamiento Vertical

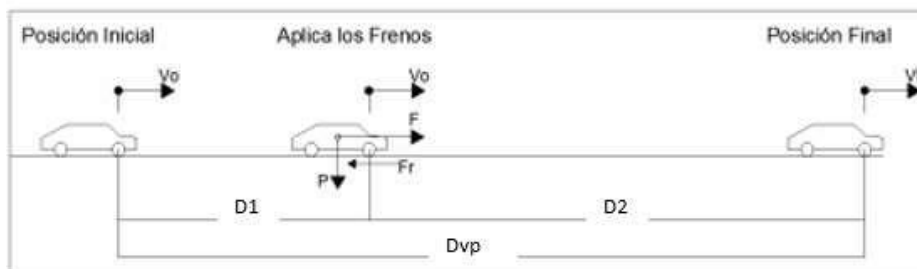
Según el Diseño geométrico de carreteras de Cárdenas (2013): El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante (p. 307).

2.3.1. Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño previa a que este alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Figura 7

Distancia de visibilidad de parada



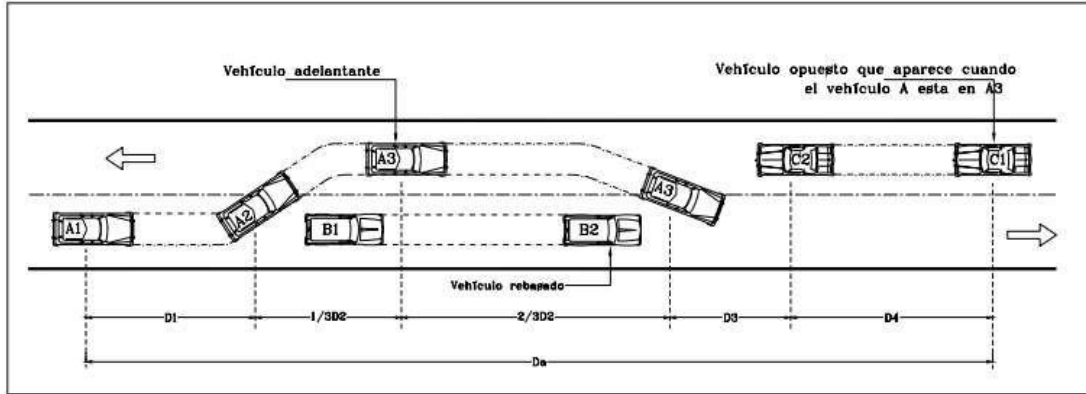
Nota. Distancia de visibilidad de parada. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

$$Dvp = 0.694Vd + \frac{Vd^2}{254f}$$

2.3.2. Distancia Rebasamiento

Figura 8

Distancia de rebasamiento



Nota. Gráfica representación de la distancia de rebasamiento. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

$$D_r = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

D1: Es la distancia recorrida en el tiempo de percepción y reacción del conductor.

$$D_1 = 0.14 * t_1 (2V - 2 * m + a * t_1)$$

D2: Es la distancia recorrida por el vehículo rebasante en el carril contrario.

$$D_2 = 0.28 V * t_2$$

D3: Es la distancia comprendida entre el vehículo rebasante y el vehículo que ~~añ~~en sentido contrario. Una vez terminado el rebasamiento.

$$D_3 = 30 \text{ a } 90 \text{ m}$$

D4: Es la distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario, seestima un valor de 2/3 de D2

$$D_4 = \frac{2}{3} D_2$$

La distancia de rebasamiento puede ser reemplazada por la siguiente ecuación:

$$D_r = 9.54 * V_d - 218$$

2.3.3. Pendiente máxima

La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, tendiendo en dicha velocidad una alta incidencia el

tipo de vía que se diseña (Cárdenas, 2013, p. 202).

2.3.4. Pendiente mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas (Cárdenas, 2013, p. 202).

2.3.5. Longitud Mínima

Según Cárdenas (2013) la longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad menor o igual a 40 km/h será equivalente a la distancia recorrida en 7 segundos a dicha velocidad, medida como proyección horizontal, de PIV a PIV, si la velocidad es mayor a 40 km/h no podrá tener una longitud menor a la distancia recorrida en 10 segundos a dicha velocidad (p. 248).

$$T_{min} = Vd * 10s$$

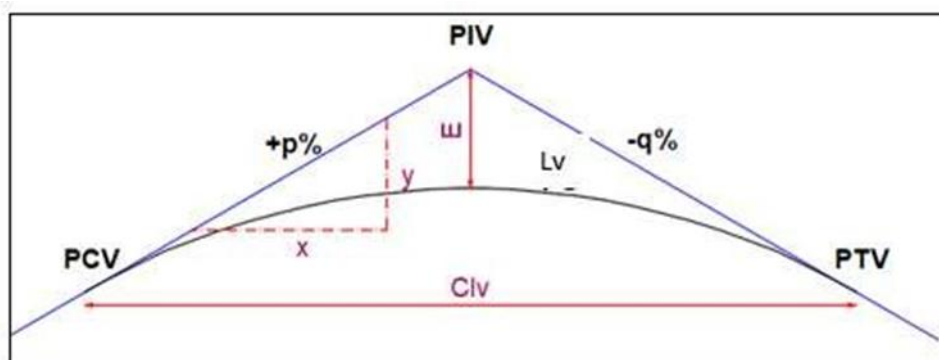
2.3.6. Curva vertical

Son las curvas que nos ayudan a unir dos tangentes verticales consecutivas dando una transición cómoda y segura al cambio de gradiente, considerando distancias de visibilidad y velocidad de diseño (Cárdenas, 2013, p. 313).

Elementos de la curva vertical

Figura 9

Elementos de una curva vertical



Nota. Gráfica representación elementos de una curva vertical. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

De acuerdo con Cárdenas (2013), se distinguen los siguientes elementos en una curva vertical:

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PCV: Punto de principio de la curva vertical.

PTV: Punto de principio de la tangente vertical.

E: External, es la distancia vertical comprendida entre el PIV y la curva.

Lv: Longitud de la curva vertical.

p: Pendiente inicial expresada en porcentaje.

q: Pendiente final expresada en porcentaje.

Clv: Distancia horizontal comprendida entre PCV y PTV.

Y: Ordenada del punto P

X: distancia horizontal desde PCV hasta el punto P.

Para determinar algunos elementos ocuparemos las siguientes fórmulas.

Diferencia de pendientes (A): Es el valor absoluto de la suma algebraica de las pendientes:

$$A = |p\% - q\%|$$

External (E):

$$E = \frac{A}{200 * Clv} * \left(\frac{Clv^2}{2}\right)$$

Ordenada: (y): Para determinar la ordenada en cualquier punto de la curva:

$$y = \frac{A}{200 * Clv} * x^2$$

- **Curva vertical convexa**

También llamadas crestas y se diseñan de acuerdo con la más amplia distancia de visibilidad. La longitud de las curvas verticales se determina en base y considerando una altura de ojo del conductor de 1.15m y una altura del objeto que se divisa sobre la vía igual a 0.15m.

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

A: Diferencia de gradientes en %

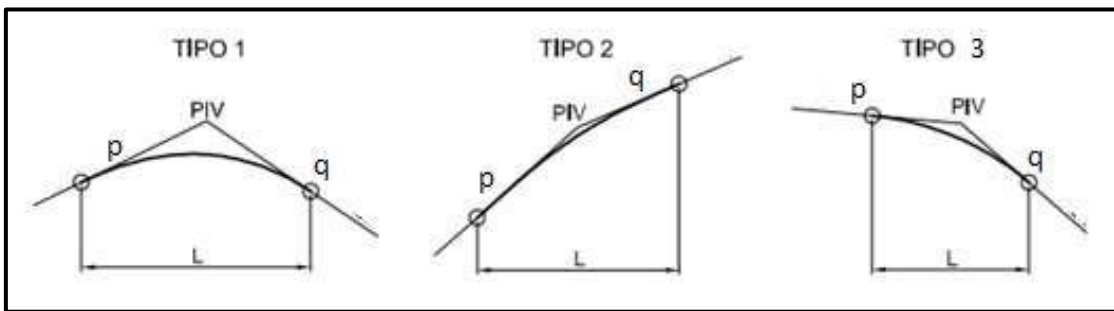
S: Distancia de visibilidad de parada del vehículo.

Podemos encontrar tres casos de curvas convexas:

- **Caso 1** cuando la gradiente de entrada es mayor que cero y gradiente desalida es menor que cero.
- **Caso 2** cuando la gradiente de entrada es menor que cero y la gradiente desalida es menor que cero.
- **Caso 3** cuando la gradiente de entrada y de salida es mayor que cero.

Figura 10

Esquema de los casos de curvas convexas



Nota. Gráfica esquema de los casos de curvas convexas. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

- **Curva vertical Cóncava**

La siguiente ecuación se utiliza para encontrar la longitud de la curva vertical cóncava:

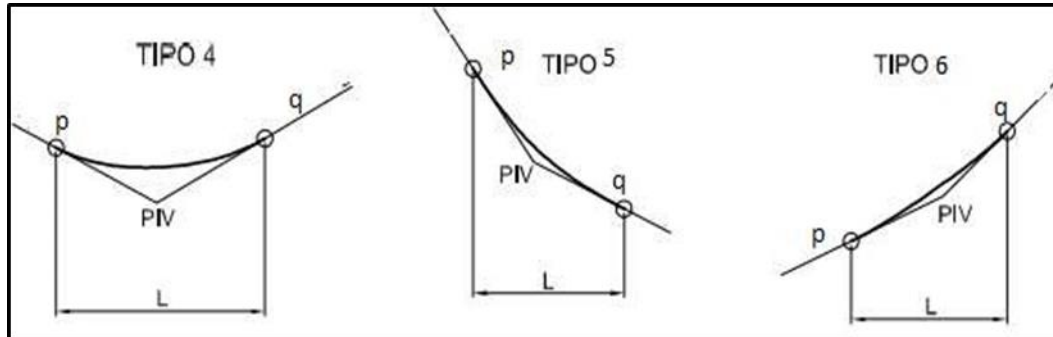
$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.55 * S}$$

Al igual que las convexas podemos encontrar tres casos:

- **Caso 4.** Cuando la gradiente de entrada es menor que cero y la gradiente de salida es mayor que cero
- **Caso 5.** Cuando la gradiente de entrada y de salida son mayor que cero
- **Caso 6.** Cuando la gradiente de entrada y salida es menor que cero

Figura 11

Esquema de los casos de curvas cóncavas



Nota. Gráfica esquema de los casos de curvas cóncavas. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

Factor k

El factor K es una constante y es usada para designar la magnitud de la curva, K es la longitud de una sección de curva medida horizontalmente sobre la cual existe un cambio de pendiente de 1%. El factor K, es por lo tanto una medida de la suavidad de la curva, en la misma forma que el radio lo es en la curva circular. Para curvas en cresta K es negativa, y para curvas en columpio K es positiva. K es igual a L, la longitud de la curva medida horizontalmente dividida por el cambio de pendientes a lo largo de la longitud de la curva (Cárdenas, 2013, p. 383).

2.4. Perfil Longitudinal

De acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid (2014), el perfil longitudinal es un perfil topográfico a lo largo del eje de la planta, de esta forma, constituye la intersección de la superficie topográfica con el plano vertical que contiene al eje de la planta. En vías, se emplea para proyectar el alzado de la carretera y se obtiene después de realizar el replanteo del eje de la carretera (p. 33).

2.5. Secciones transversales

Según el Diseño geométrico de carreteras de Cárdenas 2013:

“El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el

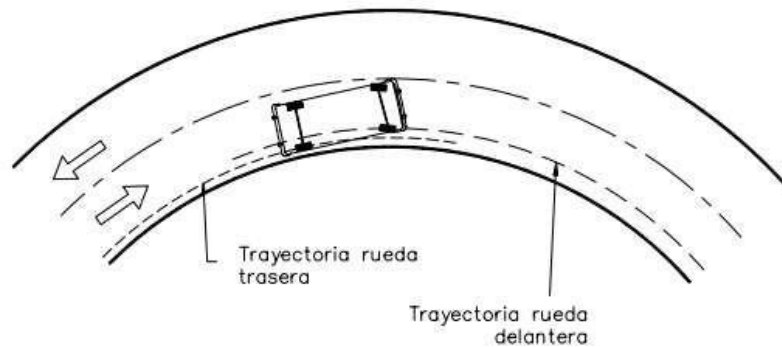
terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal” (p. 420)

2.5.1. Sobreancho

Un vehículo al recorrer una curva horizontal las ruedas traseras describen una trayectoria diferente a las ruedas delanteras. Dicha trayectoria corresponde a un arco con un radio menor que el radio de la curva horizontal de la vía tal como se observa en la Figura, por lo tanto, se debe especificar un ancho adicional o sobreancho en la curva con el fin de evitar que los vehículos se salgan de la calzada, como punto importante es que este sobreancho es adicional a los espaldones (Cárdenas, 2013, p. 412).

Figura 12

Sobreancho de vía



Nota. Gráfica sobroancho de vía donde refleja un arco con un radio menor que el radio de la cirva horizontal. Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, J. Cárdenas, 2013.

2.5.2. Espaldón

Es el área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada cuya finalidad es brindarle soporte lateral al pavimento, servir para el tránsito de los peatones y proporcionar un espacio para las emergencias de tránsito y el estacionamiento eventual de vehículos (MOPT, 2013 citado por Gustavo Boada, 2020, p.33).

2.6. Señalización y seguridad vial

Según el Reglamento técnico Ecuatoriano de Señalización vial 2011: “La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. La señalización vial tiene como propósito de prevenir riesgos para la salud, la vida y el medio ambiente” (INEN, 2011, p. 45).

Las señales de seguridad vial se clasifican en:

2.6.1. Líneas longitudinales

Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos. Para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas o buses; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra.

Además, estas líneas se caracterizan según:

Mensaje: Separa y delinea calzadas o carriles, las líneas longitudinales, dependiendo de su forma y color, señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virar a la izquierda, virar en "U" o donde se prohíbe estacionar.

Forma: Las líneas longitudinales pueden ser continuas, segmentadas y zig zag. Las primeras y zig zag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas, donde dichas maniobras están permitidas.

Colores:

- **Líneas amarillas:** Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas, estriaciones, borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)
- **Líneas blancas:** La separación de flujos de tráfico en la misma dirección, borde derecho de la vía (Berma), zonas de estacionamiento, proximidad a un cruce cebra
- **Línea azul:** zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Dimensiones: Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua (línea de barrera). Consiste en dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento, delimita carriles.
- Una línea segmentada. Consiste en segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas (INEN, 2011, p. 90).

2.6.2. Líneas de separación de flujos opuestos

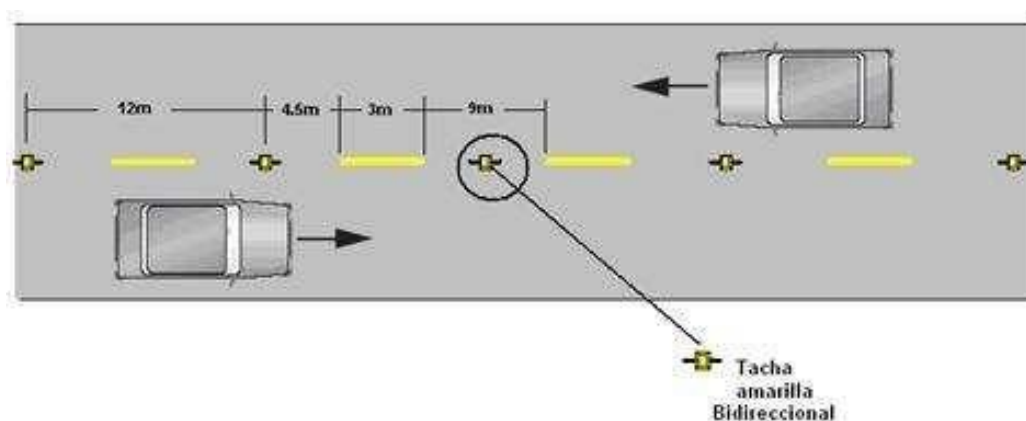
Siempre serán de color amarillo y se utilizan en carreteras de doble sentido para indicar hacia dónde se desvían los flujos de tráfico opuestos. Suelen estar situados en mitad de la calzada, pero cuando la asignación de carriles es diferente para cada sentido de marcha, las ubicaciones no coinciden con el eje central. Si hay costuras de construcción en el camino, se recomienda desplazar ligeramente las líneas para garantizar su vida útil más larga (INEN, 2011, p. 126).

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumpla los siguientes requisitos:

- a) en vías rurales con ancho de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
 - b) en vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.
- **Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta:** Estas líneas deben ser color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes (INEN, 2011, p. 126).

Figura 13

Señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada



Nota. Representación de las líneas segmentadas de separación de circulación. Fuente: INEN, 2011.

Tabla 2

Parámetros de señalización

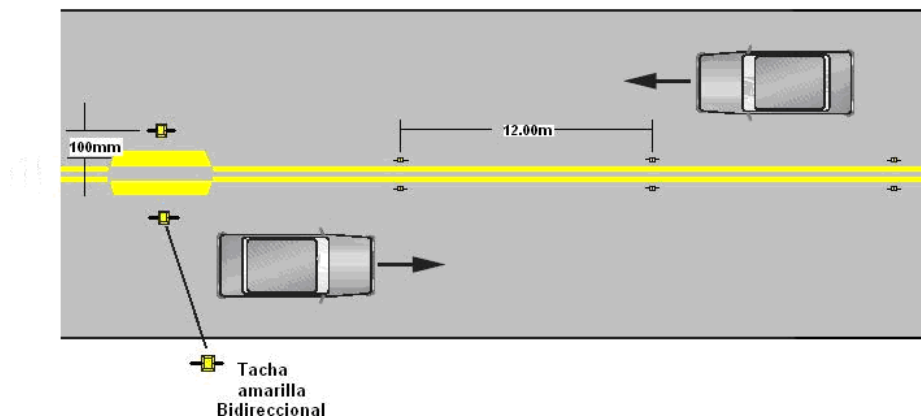
Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Nota. Se presentan los parámetros de señalización. Fuente: INEN, 2011.

- **Doble línea continua (línea de barrera):** Un divisor de carril continuo doble consta de dos líneas amarillas paralelas, de 100 a 150 mm de ancho, con cruces a cada lado, con una separación de 100 mm. Se utilizan en carreteras con tráfico en dos sentidos donde la visibilidad se reduce debido a curvas, pendientes u otras razones para evitar un adelantamiento seguro o giros a la izquierda (INEN, 2011, p. 129).

Figura 14

Doble línea continua con ejemplo de tachas a 12 m

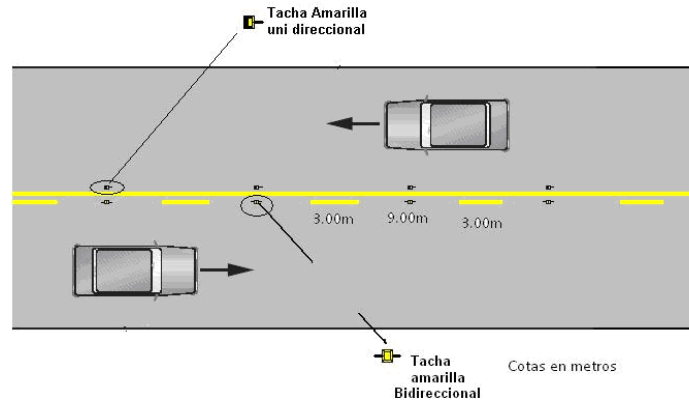


Nota. Representación doble línea continua. Fuente: INEN, 2011.

- **Doble línea mixta:** Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y otra segmentada, cada una con un ancho mínimo de 100 mm, separadas 100 mm entre sí. Siempre que sea seguro, los vehículos podrán adelantar en la línea segmentada; Está prohibido adelantar en una línea completa (INEN, 2011, p. 153).

Figura 15

Doble línea mixta: continua y segmentada (tachas amarillas van en el lado de la línea continua)



Nota. Representación líneas continuas. Fuente: INEN, 2011.

2.6.3. Líneas de separación de carriles

Los separadores de carril ayudan a organizar el tráfico y permiten un uso más seguro y eficiente de las carreteras, especialmente en áreas concurridas. Estas líneas separan el flujo de tráfico en una dirección y son de color blanco para indicar los caminos que deben seguir los vehículos (INEN, 2011, p. 72).

- **Línea segmentada vía de dos carriles:** La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía.

Tabla 3

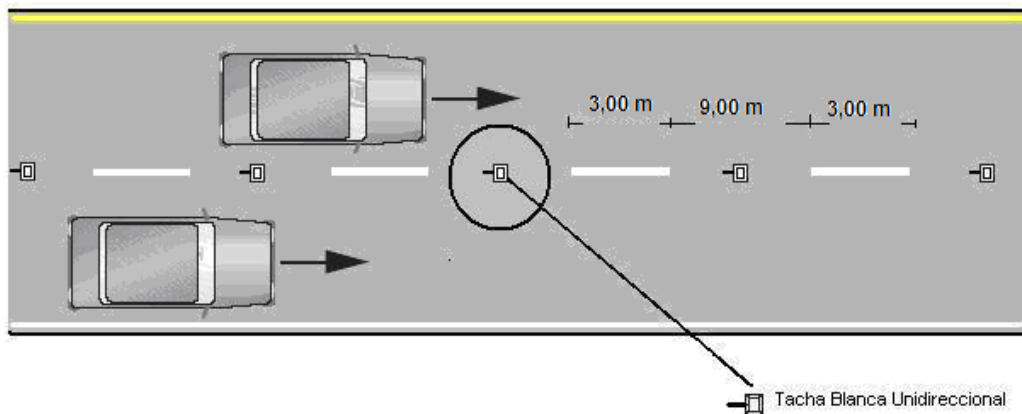
Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3,00	9,00
Mayor a 50	150 min.	3,00	9,00

Nota. Se presentan las líneas de espaciamiento del carril. Fuente: INEN, 2011.

Figura 16

Líneas de separación de carriles segmentado



Nota. Representación líneas de separación de carriles segmentados. Fuente: INEN, 2011.

- **Líneas de separación de carril continuas:** Las líneas de separación de carril continuas se utilizan para segregar ciclovías y carriles de solo BUS del resto del flujo vehicular en el mismo sentido de circulación y son de color blanco.

2.6.4. Líneas Transversales

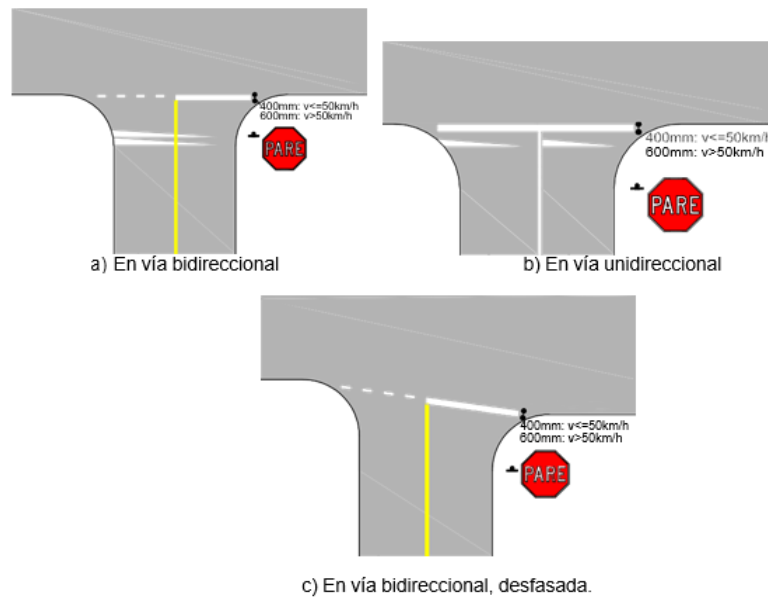
Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalizar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas (INEN, 2011, p. 75).

Estas líneas se clasifican en:

- **Líneas de pare:** Es una línea continua, demarcada en la calzada ante la cual los vehículos deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm.

Figura 17

Línea de pare en intersección con señal vertical de pare

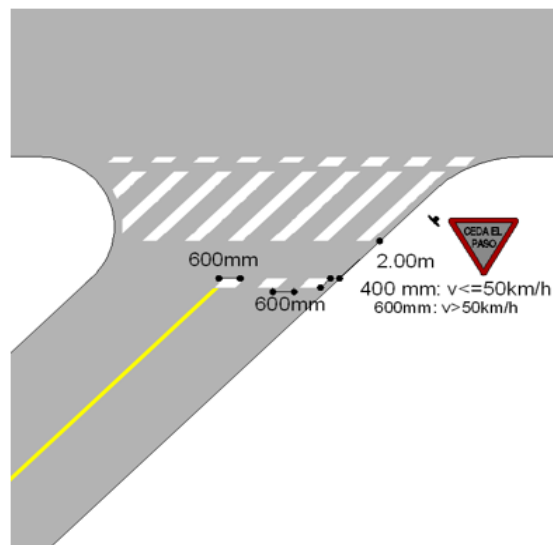


Nota. Representación líneas de interacción con señal vertical. Fuente: INEN, 2011.

- **Líneas de ceda el paso:** Esta línea indica la posición segura para que el vehículo se detenga, si es necesario. Es una línea segmentada de 600 mm pintado con espaciamiento de 600 mm, en vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm, demarcada a través de un carril que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito como:
 - Señal vertical de ceda el paso
 - Cruce de trenes a nivel
 - Cruce cebra
 - Redondeles
 - Cruce escolar (INEN, 2011, p. 9).

Figura 18

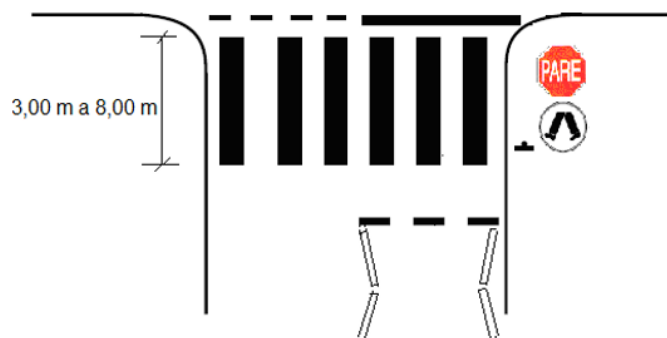
Línea de ceda el paso



Nota. Representación líneas de interacción con señal vertical. Fuente: INEN, 2011.

Figura 19

Línea de cruce cebra

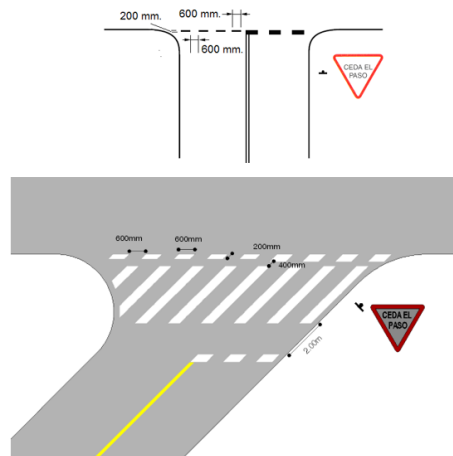


Nota. Representación líneas de cruce cebra. Fuente: INEN, 2011.

- **Líneas de detención:** Esta línea indica a los conductores que viran en una intersección, el lugar donde deben detenerse y ceder el paso a los peatones; y, al peatón el sendero seguro de cruce. Es una línea segmentada de 600 mm por 200 mm de ancho, con espaciado de 600 mm. Se demarca en intersecciones controladas con señales de pare o ceda el paso a través del lado izquierdo en la aproximación de una vía menor y alineada con la línea de pare o ceda el paso (INEN, 2011, p. 38).

Figura 20

Línea de detención

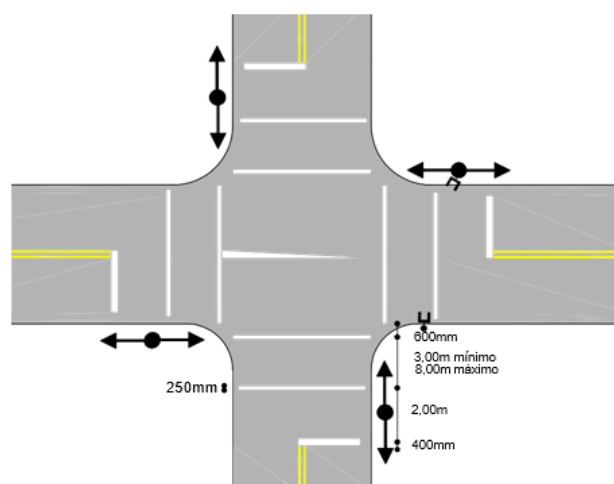


Nota. Representación líneas de detención para notificar a los conductores que viran en una intersección. Fuente: INEN, 2011.

- **Línea de cruce:** Esta señalización indica la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada; se demarcarán en todas las zonas donde existe un conflicto peatonal y vehicular, y/o donde existen altos volúmenes peatonales. Estas líneas están controladas por semáforos (INEN, 2011, p. 47).

Figura 21

Cruce peatonal controlado con semáforos



Nota. Representación cruce peatonal que deben de seguir los peatones, quien es controlado con semáforos. Fuente: INEN, 2011.

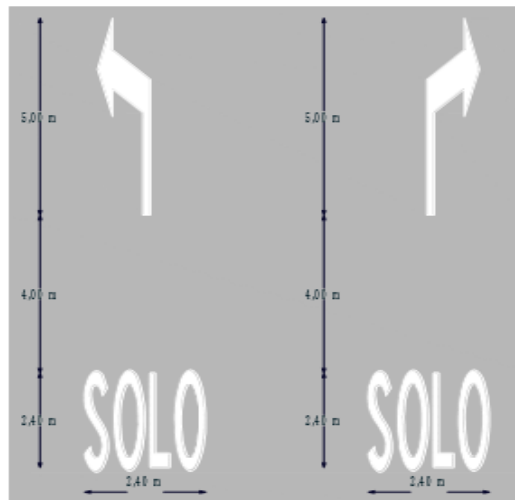
2.7. Símbolos y Leyendas

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización: flechas, triángulos, ceda el paso y leyendas tales como “PARE”, “BUS”, “CARRIL EXCLUSIVO”, “SOLO TROLE”, “TAXIS”, “PARADA BUS”, entre otros (INEN, 2011, p. 15).

Se clasifican en: flechas, leyendas y otros.

Figura 22

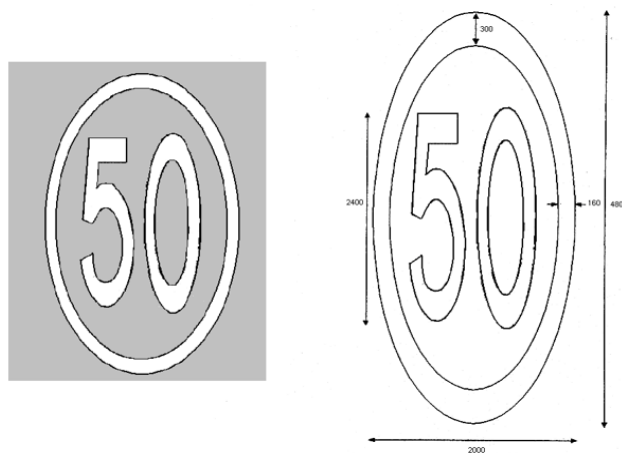
Señalización leyenda solo



Nota. Representación señalización leyenda para alertar a los usuarios y regular la circulación. Fuente: INEN, 2011.

Figura 23

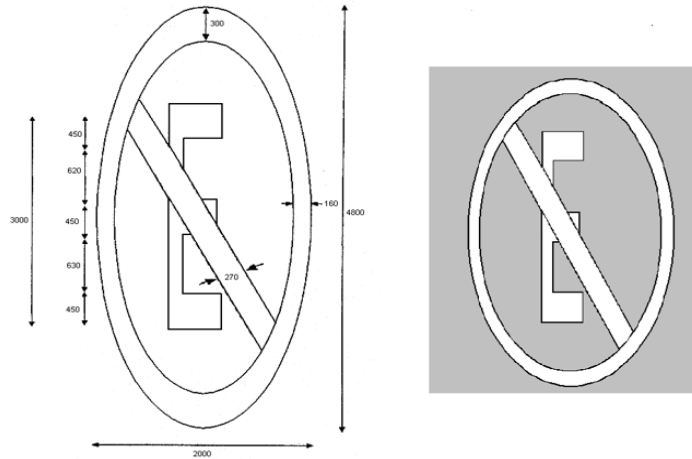
Señalización velocidad máxima (dimensiones en mm)



Nota. Representación señalización de la velocidad máxima. Fuente: INEN, 2011.

Figura 24

Señalización prohibido estacionar (dimensiones en mm)



Fuente: INEN, 2011.

Nota. Representación señalización de prohibir estacionar. Fuente: INEN, 2011.

Figura 25

Señalización zona de peatones



Nota. Representación señalización para alertar la zona de peatones. Fuente: INEN, 2011.

2.8. Parámetros del diseño geométrico

Figura 26

Parámetros del diseño geométrico MOP

NORMAS	CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE III 300 - 1 000 TPDA ⁽¹⁾					CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾					CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾																													
	RECOMENDABLE					RECOMENDABLE					RECOMENDABLE					RECOMENDABLE					RECOMENDABLE																													
	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 ⁽⁶⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁶⁾																				
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁷⁾																				
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																				
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	100	110																				
Peralte	MAXIMO = 10%															10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																																		
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																																		
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2																				
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																				
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14																				
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																																	
Ancho de pavimento (m)	7,3					7,3					7,0					6,70					6,70					6,00					6,00					4,00 ⁽⁵⁾														
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Hormigón										Carpetas Asfálticas										Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.										D.T.S.B., Capa Granular o Empedrado										Capa Granular o Empedrado									
Ancho de espaldones ⁽⁶⁾ 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															2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)										4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)									
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁸⁾ - 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																																																	
	Ancho de la calzada (m)																																																	
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾																																																	
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																																																		

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
 - Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
 - En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
 - Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
 - Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
 - Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
 - En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
 - Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
 - Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).
- NOTA:** Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Nota. Representación parámetros del diseño geométrico MOP. Fuente: MOP, 2022.

2.9. Cálculos de volúmenes

2.9.1. Movimiento de tierras

Los movimientos de tierra son actividades constructivas muy frecuentes en la ejecución de la infraestructura vial, el desarrollo urbano, social e industrial de un país. Estos movimientos de tierra se los realiza para modificar la topografía de un área, faja o zona, con vista a adaptarla al proyecto previamente confeccionado, se lo realiza con la ayuda de maquinarias (Cárdenas, 2013, p. 447).

En un proyecto cuando se diseña el perfil longitudinal de la vía se intenta lograr que los volúmenes de corte y de terraplén sean aproximadamente iguales con el fin de lograr que el material excavado de los cortes sirva para conformar los terraplenes. Sin embargo, esta solución teórica es difícil de cumplirla en la práctica.

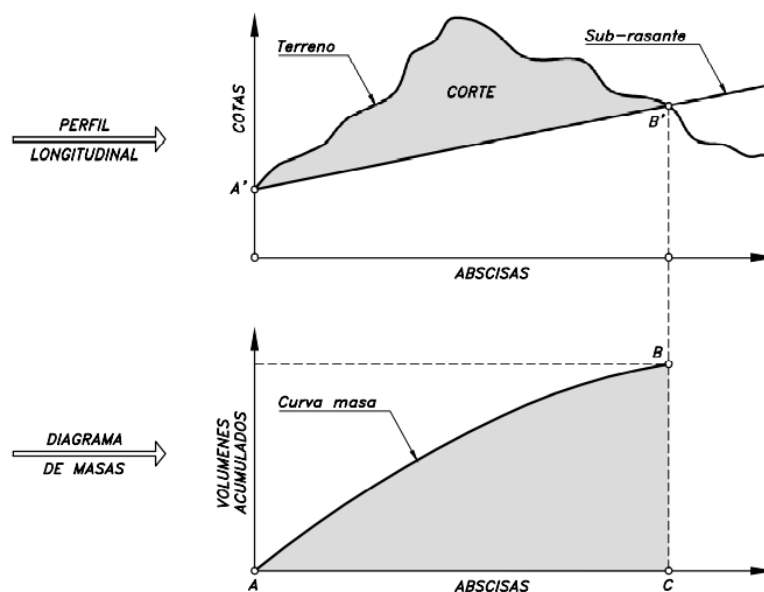
2.9.2. Curva de masas

La curva de masas es una gráfica dibujada en ejes cartesianos en donde las ordenadas representan volúmenes acumulados de excavación o relleno y las abscisas los cadenamientos de un camino, permite establecer el esquema más eficiente, al cual corresponden los costos mínimos. Además, la curva de masas tiene como objetivos:

- Aprovechar el material de excavación para construir el terraplén, logrando una compensación total sin que exista sobrante o faltante de material
- Aprovechar al máximo los cortes para compensar los terraplenes con las menores distancias posibles de transporte y reducir al mínimo los desperdicios provenientes de los cortes y los préstamos de material para construir los terraplenes.
- Obtener la mejor forma de distribuir el material para minimizar el transporte, desperdicio y préstamo (Cárdenas, 2013, p. 463).

Figura 27

Perfil longitudinal y diagrama de masas



Nota. Representación perfil longitudinal y diagrama de masas. Fuente: MOP, 2022.

De acuerdo con Cárdenas (2013) se tienen las siguientes propiedades del diagrama de masas:

Propiedades del diagrama de masas:

- El valor de cualquier ordenada representa el volumen de corte acumulado hasta ese punto, menos el volumen de terraplén también acumulado hasta ese punto.
- La parte ascendente de la curva masa define una zona de corte: el tramo AC representa el corte entre las abscisas A' y C'. A su vez, la parte descendente de la curva masa define una zona de terraplén: el tramo CE representa el terraplén entre las abscisas C' y E'.
- Cualquier punto de la curva masa, situado sobre la línea base, tiene ordenada nula, lo que indica que los volúmenes de corte y terraplén son iguales desde el origen de la curva hasta ese punto. De esta manera, los puntos donde la curva masa corta la línea base, son los límites de los sectores de movimiento de tierra compensado, denominada sección balanceada. Tal es el caso, de los puntos A y B de la curva masa, con ordenadas nulas, indicando que el corte A'C' servirá para conformar el terraplén C'B'. También los puntos B y D de la curva masa, con ordenadas nulas, indican que el terraplén B'E' se conformará con el corte E'D'.
- En la misma forma que la línea base determina sectores de movimiento de tierra compensado, cualquier línea horizontal como FG, que corte la curva masa en dos puntos (F y G), determina una zona de compensación entre corte y terraplén: el corte F'C' servirá para construir el terraplén C'G', por ser más o menos iguales sus volúmenes. Cualquier línea horizontal que corte la curva masa en dos puntos, recibe el nombre de compensadora.
- Los puntos máximos de la curva masa indican cambios de corte a terraplén en el sentido del alineamiento: el punto máximo C de curva masa indica cambio de corte a terraplén en la abscisa C' del perfil longitudinal. A su vez, los puntos mínimos de la curva masa indican cambios de terraplén a corte: el punto mínimo E de curva masa indica cambio de terraplén a corte en la abscisa E' del perfil longitudinal (Cárdenas, 2013, p. 464)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La metodología de este proyecto de titulación toma como muestra la población de la Comunidad San Francisco de Oyacoto, ubicada en la provincia de Pichincha en el Distrito Metropolitano de Quito, ya que es la población de influencia directa en el estudio de este proyecto.

3.1. Modalidad de la investigación

3.1.1. Investigación de Campo

Este tipo de investigaciones se basan en las situaciones teóricas que permiten aclarar lo que se busca y la manera de llevar a cabo, en ocasiones se usa instrumentos aprobados y diseñados. Sin embargo, existen investigadores quienes elaboran sus propios documentos para la recopilación de información, el mismo debe ser verificado y aprobado por el responsable (Cohen y Gómez, 2019, p. 22).

La investigación de campo realizada para recopilar la información necesaria para el desarrollo de este trabajo, se encuentra dividida en varias etapas. La primera etapa consistió en las diferentes visitas que se realizó al sector San Francisco de Oyacoto con el propósito de realizar un diagnóstico previo de la situación actual de las vías en esta zona. La siguiente etapa de esta investigación estuvo enfocada hacia la parte social. En esta etapa se mantuvo comunicación con una parte representativa de la comunidad, con el fin de conocer las afectaciones que atraviesan y la problemática social que causa la falta de una vía en buenas condiciones que permita la comunicación de esta comunidad, el transporte de víveres y servicios básicos, entre otras actividades que afectan la calidad de vida y la actividad económica del país. Finalmente, la tercera etapa, consistió en realizar un levantamiento topográfico del área de estudio para conocer las características del terreno y elaborar el rediseño geométrico de la vía de manera que este brinde la solución más óptima a la problemática encontrada.

3.1.2. Investigación Bibliográfica

La revisión de la literatura se basa en la consulta y obtención de información bibliográfica referenciada, esta debe ser correcta para la investigación. Además, se considera importante ya que, ayuda a recolectar los datos necesarios que permita plantear

las conclusiones a las que se llega. Para estas investigaciones se utiliza revistas, periódicos, conferencias, libros u otro tipo de documentos (Bernardo et al., 2019, p. 139).

De acuerdo con la Universidad de la República Uruguay y dado que la investigación bibliográfica supone un conjunto de actividades encaminadas a localizar documentos relacionados con un tema concreto (2020) para el desarrollo del trabajo investigativo fue imprescindible realizar un análisis de los conceptos relacionados con el rediseño geométrico de las vías para establecer los criterios necesarios para redefinir la vía, determinar su importancia y los problemas que pueden ocasionarse al tener carreteras en un estado inadecuado tanto para los vehículos como para las personas. De este modo, diferentes manuales de diseño geométrico de carreteras, manuales de mantenimiento de carreteras, diseño de pavimentos y otros documentos de estudio, fueron empleados para el desarrollo de este trabajo de titulación a manera de realizar un análisis profundo y técnico sobre el tema.

Tipo de investigación

3.1.3. Nivel Exploratorio

Esta investigación ayuda a establecer una aproximación al problema, el cual será analizado y conocido. Además, se toma en consideración los temas incluidos para el desarrollo del trabajo, de esta manera permite que el investigador conozca con mayor facilidad los temas a tratarse (Cortez y Escudero, 2017, p. 19).

Del proceso investigativo, mediante el nivel exploratorio, mismo que permite obtener resultados que constituyan una visión aproximada del objeto de estudio y llegar a un nivel superficial de conocimiento (Cortez y Escudero, 2017, p. 21). Tras la visita técnica exploratoria realizada, se logró realizar un reconocimiento del sitio, para realizar un diagnóstico del estado de la vía y conocer la calidad de vida de los habitantes del sector. Esto permitió elaborar la hipótesis del presente estudio y obtener las variables dependiente e independiente, identificando el problema de la vía La Libertad - San Jorge y reconociendo los sectores aledaños al objeto de estudio con el fin de plantear la solución más óptima a la problemática actual encontrada en el sitio.

3.1.4. Nivel Descriptivo

Mediante este tipo de investigación se definen los temas con el fin de estudiar el comportamiento del objeto de estudio iniciando desde su contexto, espacio y

características. De esta manera, se procede a describir el fenómeno mediante tiempo y espacio, enfocado en aspectos cualitativos y cuantitativos basados en las categorías definidas por el investigador (Cortez y Escudero, 2017, p. 21).

Dentro de esta investigación se procede a identificar las condiciones de vida de los habitantes con respecto a su entorno, en este caso la calidad de las vías destinadas para la circulación vehicular, peatonal, así como para comercialización de productos y/o/u otro tipo de insumos. Los mismos serán estudiados y analizados con el fin de lograr llegar a una conclusión y proponer mejoras que permitan solucionar la problemática actual presentada y elevar el nivel y la calidad de vida de los estudiantes a través del rediseño geométrico vial de la comunidad San Francisco de Oyacoto.

3.1.5. Nivel Explicativo

El nivel explicativo tiene como finalidad determinar la causa y consecuencia de la situación actual del tema de estudio mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto (Cortez y Escudero, 2017, p. 22). En este nivel se determinan las causas en las que se verá reflejado el rediseño de la vía, así como el efecto que la ejecución de este proyecto generará en el sector para el beneficio social y económico de la comunidad, promoviendo su desarrollo. En este estudio, se logró determinar que las causas de la falta de vías existentes en esta comunidad, se debe al descuido de las autoridades encargadas y se ha concluido que las consecuencias que generaría la implementación del rediseño geométrico de la vía, resultarían ser sumamente beneficiosas para los habitantes del sector, ya que mejoraría la comunicación interna y externa de la comunidad y facilitaría el transporte de mercadería e insumos, así como el acceso de los encargados de brindar los servicios básicos. Esto ayudaría a promover el desarrollo y crecimiento de la comunidad.

3.2. Enfoque de la investigación

Existen dos tipos diferentes de enfoques que puede tomar una investigación: cualitativo y cuantitativo.

3.2.1. Cualitativo

La investigación cualitativa estudia las cualidades esenciales no cuantificables de un objeto de estudio para establecer la forma y los fundamentos teóricos que sostienen un

trabajo investigativo, también, intenta determinar los factores que inciden al mantener las vías con las condiciones adecuadas (Cortez y Escudero, 2017, p. 22).

El enfoque cualitativo de este trabajo de titulación se ha desarrollado principalmente en base a entrevistas y opiniones del investigador, respecto al problema de estudio, que en este caso corresponde a la falta de vías de acceso en la Comunidad San Francisco de Oyacoto. De acuerdo con Barrantes (2014) el enfoque cualitativo de investigación se encuentra enmarcado en el paradigma científico naturalista, centrado particularmente en el estudio de los significados de las acciones humanas y la vida social, permitiéndonos realizar un análisis profundo de la relación estudiada.

Por lo cual, dentro del presente proyecto este enfoque ha servido de ayuda para obtener información no cuantificable aplicando la técnica de la observación, la cual, nos ha permitido llegar a su interpretación. Además, se puede especificar las características del fenómeno estudiado, recalcando la importancia de estas investigaciones ya que, se descubre desde el contexto natural las experiencias por parte del investigador.

3.2.2. Cuantitativo

El enfoque cuantitativo parte del planteamiento del problema, importante para continuar con el desarrollo del trabajo investigativo, posterior a ello, el investigador procede a efectuar la parte teórica y para concluir, se plantea las acciones a ser llevadas a cabo para beneficio de la parte interesada (Cortez y Escudero, 2017, p. 23).

Este trabajo de investigación adopta una metodología mixta dado que se aplicará tanto investigación cualitativa como cuantitativa, por medio de las técnicas para recolectar la información necesaria para el proyecto.

3.3. Técnicas de recolección de información

Los instrumentos empleados en la recolección de datos deben ser confiables, válidos y objetivos para garantizar que los resultados obtenidos sean legítimos (Cortez y Escudero, 2017, p. 73).

3.3.1. Observación

La observación permite tener conocimientos más claros, precisos, concisos y reales sobre la manera en cómo se lleva a cabo las actividades a su vez se verifica el estado de la vía en el sector.

3.3.2. Encuesta

La encuesta, es una técnica de recolección de datos que permite entablar contacto con las unidades de observación (Tamayo & Silva, 2020, p. 23). La encuesta realizada para el desarrollo de este trabajo de titulación se conformó por varias preguntas dirigidas a los ciudadanos pertenecientes al sector con el fin de obtener la información necesaria que será analizada para verificar cuan acorde esta la comunidad con su carretera y los problemas que se ocasionan a consecuencia de las vías en mal estado.

3.4.Población y muestra

3.4.1. Población

Para el desarrollo del proyecto de investigación se contará con los habitantes de la Comunidad de San Francisco De Oyacoto pertenecientes a la Parroquia de Calderón, según datos del INEC Censo 2010 existe un total de 152.242 ciudadanos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010, p. 1).

3.4.2. Muestra

Respecto al muestreo, será no probabilístico por conveniencia, ya que es una técnica rápida y sencilla, en la cual el investigador tendrá como muestra a 20 ciudadanos pertenecientes a la comunidad, quienes serán partícipes de la investigación.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Según CORASCO (2008) la topografía tiene su origen en las palabras “topos” y “grafos”, cuyos significados son lugar y descripción respectivamente y se define como la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica mediante la planimetría y altimetría de la superficie de la tierra. La topografía se encuentra dividida en tres ramas principales: geodesia, fotogrametría y fotografía plana (p. 7).

4.1. Alcance

El alcance de este estudio radica en realizar el levantamiento topográfico del sitio de interés, con el propósito de reconocer el terreno y ubicar los distintos hitos que ayudarán al rediseño de la vía. Entre los objetivos principales de este apartado, se encuentran:

- Realizar el levantamiento topográfico del sitio donde se llevará a cabo la ejecución del proyecto.
- Determinar la posición relativa de uno o más puntos sobre un plano horizontal.
- Determinar un sistema de coordenadas X, Y, Z apropiado para el desarrollo del proyecto.
- Establecer el nivel de referencia de los levantamientos topográficos realizados.
- Señalizar los puntos de referencia tomados en campo para el levantamiento.

4.2. Reconocimiento de campo

Tal y como lo menciona Ecomexico (s.f.) la topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra, mediante la combinación de medidas proporcionadas por la distancia, elevación y dirección (p. 1).

La topografía es el primer paso en el inicio de un proyecto, pues en él se determinan las características y condiciones propias del terreno donde se implantará el proyecto. Con el levantamiento topográfico, se realiza el replanteo, y con él la ubicación de los límites y ejes del proyecto y el establecimiento de los niveles.

En este proyecto, se realizó un reconocimiento topográfico del proyecto a lo largo de los límites planteados para el rediseño de la vía. Esto permitió conocer las características del terreno e identificar los accidentes naturales, artificiales y las condiciones actuales del mismo. De igual manera, el reconocimiento del terreno, permitió identificar, analizar, seleccionar y establecer los sitios para la colocación de los mojones y la ubicación de los sitios para la estación.

4.3. Equipos topográficos utilizados

De acuerdo con Santamaría & Sanz (2005) con todos los trabajos de campo necesarios para llevar a cabo un levantamiento topográfico, consisten en esencia en la medida de ángulos y de distancias. Para medir los ángulos (acimutales o cenitales) se usan goniómetros, mientras que, para la medida de distancias, se pueden emplear métodos directos (cinta métrica y métodos indirectos (estadimétricos) o métodos electromagnéticos (distanciómetros electrónicos) (p. 24).

4.3.1. GPS estacional.

Para el levantamiento topográfico de este proyecto, se empleó un GPS estacional. Constituida como un sistema comúnmente empleado para la elaboración de levantamientos topográficos en la que la estación recibe las señales de todos los satélites visibles y calcula las distancias aparentes a las que éstos se encuentran mediante la determinación de un único trío de coordenadas (X, Y, Z) directamente o (ΔX , ΔY , ΔZ) mediante una antena a partir de una serie de observaciones realizadas durante un periodo de tiempo en el que no se sufren desplazamientos superiores a la precisión del sistema (González, 2015, p. 26).

4.3.2. Trípode.

Para manejar cómodamente los instrumentos durante el levantamiento, estos deben estar ubicados a la altura del operador del equipo y deben quedar fijamente unidos al terreno, para ello, en este levantamiento se ha utilizado un trípode. Existen diferentes tipos de trípode: madera, metálicos, de patas telescópicas, terminadas en regatones de hierro, etc. En este proyecto, se empleó un trípode metálico (Santamaría & Sanz, 2005, p .23)

Figura 29

Levantamiento topográfico - trípode



Nota. Representación del levantamiento topográfico – trípode. Elaborado por: El Autor.

4.3.3. Jalones.

Adicional a ello, con el propósito de lograr un buen nivel de visualización y para realizar correctamente las punterías, se emplearon jalones. Los jalones son bastones metálicos, pintados cada diez centímetros de colores rojo y blanco, que suelen llevar un nivel esférico para controlar su verticalidad (Santamaría & Sanz, 2005). Estos instrumentos, permiten obtener una buena visualización y que sirven a la vez de soporte a los prismas en la medición electromagnética de distancias (p. 25).

Figura 30

Levantamiento topográfico - jalón y receptor GPS



Nota. Representación del levantamiento topográfico – jalón y receptor. Elaborado por: El Autor.

4.3.4. Señales.

La colocación de señales, ayuda a definir el punto sobre el cual es necesario situar la estación total. Además, contribuyen a materializar en el suelo un punto geométrico del levantamiento. Para ello, se pueden emplear: estacas, clavos, hitos feno o vértices geodésicos (Santamaría & Sanz, 2005). En este levantamiento, se emplearon cilindros de hormigón a los que se le colocó un clavo para señalar los puntos geométricos (p. 25).

Figura 31

Levantamiento topográfico - Señalización cilindros de hormigón



Nota. Representación del levantamiento topográfico – Señalización cilindros de hormigón. Elaborado por: El Autor.

4.3.5. Cintas métricas.

Las cintas métricas son instrumentos empleados en la medida directa de distancias en tramos cortos y sobre terrenos llanos (Santamaría & Sanz, 2005) p. 26. En este levantamiento, fue empleada una cinta métrica para la toma de medidas.

4.4. Puntos de posicionamiento global GPS

El Global Positioning System, se usó en funcionamiento en el año 1973 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Santamaría & Sanz, 2005). Según Santamaría & Sanz (2005) existen tres sectores fundamentales del sistema GPS:

- Sector espacial: los satélites transmiten señal de tiempos sincronizados, los parámetros de posición y la información de su estado.
- Sector usuario: está conformado por un conjunto de aparatos (antena, receptor y terminal o unidad de control) que sirven para recibir y almacenar la señal emitida por los satélites y calcular con estos datos la posición en la que nos situamos.
- Sector control: compuesto por 5 estaciones de seguimiento en Colorado Springs, Ascensión, Diego García, Kwajalein y Hawai. La misión de estas estaciones es la sincronización del tiempo de los satélites, su seguimiento continuo y el cálculo de su posición precisa, entre otros (p. 26).

En el levantamiento topográfico de este proyecto, se colocaron hitos. El hito de inicio fue nombrado como: GPS-1 y corresponde a las coordenadas: ,9988261.965N y 511186.418E. El hito de llegada o fin, fue nombrado como: GPS2-MJN y corresponde a las coordenadas: 9987100.497N y 512391.582E. Todos los hitos fueron señalizados con clavos de acero, colocados sobre elementos de hormigón existentes o en su defecto, sobre mojones de hormigón simple, cuyas dimensiones corresponden a un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm.

Tabla 4

Coordenadas levantamiento topográfico de la vía San Francisco de Oyacoto

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
1	9.988.261.965	511.186.418	2.374.120	GPS-1
2	9.988.261.099	511.185.919	2.374.164	BO
3	9.988.260.629	511.186.660	2.374.024	BO
4	9.988.260.086	511.187.249	2.373.883	BO
5	9.988.259.543	511.187.661	2.373.840	BO
6	9.988.258.918	511.187.958	2.373.771	BO
7	9.988.258.022	511.188.208	2.373.681	BO
8	9.988.256.889	511.188.477	2.373.718	BO
9	9.988.255.802	511.188.701	2.373.677	BO
10	9.988.249.580	511.189.952	2.373.229	BO
11	9.988.243.104	511.191.258	2.372.749	BO
12	9.988.238.895	511.192.766	2.372.249	BO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
13	9.988.239.341	511.196.155	2.372.112	PZ
14	9.988.235.099	511.194.536	2.371.665	BO
15	9.988.231.878	511.196.034	2.371.165	BO
16	9.988.228.536	511.197.843	2.370.486	BO
17	9.988.224.452	511.200.640	2.369.532	BO
18	9.988.221.458	511.202.665	2.368.870	BO
19	9.988.218.071	511.205.240	2.368.063	BO
20	9.988.215.000	511.207.672	2.367.464	BO
21	9.988.212.819	511.209.578	2.367.012	BO
22	9.988.209.405	511.212.484	2.366.397	BO
23	9.988.205.613	511.216.257	2.365.778	BO
24	9.988.203.304	511.218.865	2.365.502	BO
25	9.988.199.604	511.223.291	2.364.994	BO
26	9.988.196.058	511.227.870	2.364.520	BO
27	9.988.194.229	511.230.450	2.364.282	BO
28	9.988.191.724	511.234.162	2.363.976	BO
29	9.988.189.318	511.238.279	2.363.702	BO
30	9.988.187.316	511.242.301	2.363.446	BO
31	9.988.176.382	511.267.039	2.362.329	BO
32	9.988.170.288	511.282.367	2.361.615	BO
33	9.988.165.530	511.292.753	2.361.246	BO
34	9.988.160.795	511.260.750	2.362.388	TN
35	9.988.149.538	511.278.736	2.361.226	TN
36	9.988.138.298	511.294.454	2.360.747	TN
37	9.988.129.349	511.305.861	2.360.466	TN
38	9.988.124.359	511.314.831	2.359.845	TN
39	9.988.114.310	511.319.640	2.359.524	TN
40	9.988.105.245	511.326.304	2.358.804	TN
41	9.988.124.467	511.341.782	2.359.133	BO
42	9.988.128.283	511.338.473	2.359.351	BO
43	9.988.131.429	511.342.785	2.359.282	PZ
45	9.988.134.115	511.344.121	2.359.274	BO
46	9.988.138.337	511.340.402	2.359.506	BO
47	9.988.143.850	511.335.097	2.359.735	BO
48	9.988.138.566	511.328.927	2.359.762	BO
49	9.988.143.484	511.324.216	2.359.964	BO
50	9.988.146.241	511.321.165	2.360.088	BO
51	9.988.148.508	511.330.543	2.359.944	BO
52	9.988.151.808	511.327.006	2.360.109	BO
53	9.988.156.305	511.321.196	2.360.339	BO
54	9.988.157.311	511.316.529	2.360.455	PZ
55	9.988.161.463	511.314.649	2.360.605	BO
56	9.988.152.596	511.312.876	2.360.420	BO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
57	9.988.157.745	511.305.972	2.360.726	BO
58	9.988.162.559	511.298.112	2.361.035	BO
59	9.988.165.524	511.292.792	2.361.246	BO
60	9.988.168.684	511.286.197	2.361.441	BO
61	9.988.169.443	511.302.465	2.361.025	BO
62	9.988.174.183	511.293.673	2.361.344	BO
63	9.988.177.857	511.285.187	2.361.680	BO
64	9.988.181.486	511.275.787	2.362.084	BO
65	9.988.177.342	511.278.022	2.361.954	BO
66	9.988.188.719	511.259.062	2.362.799	BO
67	9.988.192.667	511.249.999	2.363.267	BO
68	9.988.195.003	511.244.947	2.363.544	BO
69	9.988.196.982	511.241.097	2.363.816	BO
70	9.988.198.172	511.239.012	2.363.978	BO
71	9.988.202.429	511.232.887	2.364.534	BO
72	9.988.207.224	511.226.885	2.365.200	BO
73	9.988.210.360	511.223.213	2.365.694	BO
74	9.988.212.007	511.221.376	2.365.933	BO
75	9.988.213.740	511.219.636	2.366.204	BO
76	9.988.217.042	511.216.692	2.366.749	BO
77	9.988.221.395	511.213.057	2.367.632	BO
78	9.988.232.160	511.227.324	2.366.247	BO
79	9.988.226.548	511.241.063	2.364.510	BO
80	9.988.221.863	511.251.860	2.363.811	BO
81	9.988.243.273	511.220.340	2.367.427	BO
82	9.988.221.423	511.212.992	2.367.638	BO
83	9.988.225.032	511.210.245	2.368.437	BO
84	9.988.230.823	511.206.067	2.369.853	BO
85	9.988.233.241	511.204.522	2.370.425	BO
86	9.988.237.399	511.202.351	2.371.352	BO
87	9.988.241.954	511.200.232	2.372.188	BO
88	9.988.246.775	511.198.663	2.372.826	BO
89	9.988.251.812	511.197.626	2.373.251	BO
90	9.988.254.283	511.197.277	2.373.355	BO
91	9.988.256.668	511.197.144	2.373.590	BO
92	9.988.259.503	511.197.157	2.373.484	BO
93	9.988.264.005	511.197.467	2.373.319	BO
94	9.988.265.308	511.212.108	2.370.210	TN
95	9.988.268.115	511.197.856	2.373.061	TN
96	9.988.271.719	511.198.392	2.372.717	BO
97	9.988.276.454	511.199.404	2.372.254	BO
98	9.988.277.627	511.199.768	2.372.091	BO
99	9.988.277.912	511.200.055	2.372.028	BO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
100	9.988.280.362	511.206.852	2.371.398	BO
101	9.988.287.891	511.204.238	2.371.442	BO
102	9.988.284.658	511.195.228	2.372.310	BO
103	9.988.285.054	511.193.085	2.372.451	BO
104	9.988.286.611	511.191.162	2.372.500	BO
105	9.988.290.359	511.188.250	2.372.159	BO
106	9.988.286.634	511.181.127	2.372.391	BO
107	9.988.283.826	511.183.292	2.372.859	BO
108	9.988.281.720	511.183.537	2.373.426	BO
109	9.988.280.086	511.182.508	2.373.957	BO
110	9.988.275.783	511.170.079	2.376.390	BO
111	9.988.265.565	511.164.506	2.377.975	BO
112	9.988.269.078	511.175.353	2.375.852	BO
44	9.988.132.719	511.344.623	2.359.259	CLV
113	9.988.107.041	511.356.974	2.358.367	BO
114	9.988.092.001	511.370.177	2.357.851	BO
115	9.988.086.833	511.374.604	2.357.656	BO
116	9.988.084.573	511.376.535	2.357.546	BO
117	9.988.081.192	511.379.549	2.357.451	BO
118	9.988.078.630	511.381.491	2.357.370	BO
119	9.988.079.205	511.385.161	2.357.361	PZ
120	9.988.060.082	511.393.604	2.356.851	BO
121	9.988.053.961	511.397.544	2.356.714	BO
122	9.988.034.408	511.408.940	2.356.295	BO
123	9.988.030.206	511.415.319	2.356.160	BO
124	9.988.004.285	511.426.563	2.355.570	BO
125	9.987.974.821	511.443.726	2.354.887	BO
126	9.987.963.502	511.450.352	2.354.576	BO
127	9.987.940.147	511.463.876	2.353.748	BO
128	9.987.914.849	511.478.538	2.352.940	BO
129	9.987.918.602	511.480.761	2.353.007	PZ
130	9.987.895.360	511.489.749	2.352.371	BO
131	9.987.871.045	511.503.720	2.351.804	BO
132	9.987.856.051	511.516.195	2.351.432	PZ
133	9.987.850.046	511.515.825	2.351.257	BO
134	9.987.826.032	511.529.776	2.350.406	BO
135	9.987.801.040	511.544.170	2.349.559	BO
136	9.987.771.792	511.561.073	2.348.733	BO
137	9.987.768.692	511.567.127	2.348.599	PZ
138	9.987.745.763	511.576.339	2.348.008	BO
139	9.987.737.410	511.581.165	2.347.782	BO
141	9.987.648.492	511.634.764	2.345.389	BO-FIN ADQ
140	9.987.678.230	511.617.149	2.346.070	CLV

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
142	9.987.652.199	511.642.022	2.345.190	BO-FIN ADQ
143	9.987.656.206	511.638.816	2.345.259	PZ
144	9.987.670.452	511.630.685	2.345.666	BO
145	9.987.668.443	511.622.372	2.345.680	BO
146	9.987.697.432	511.604.692	2.346.469	BO
147	9.987.702.763	511.610.958	2.346.552	BO
148	9.987.739.642	511.589.487	2.347.589	BO
149	9.987.737.395	511.581.146	2.347.652	BO
150	9.987.738.098	511.579.535	2.347.767	BO
151	9.987.737.887	511.577.941	2.347.894	BO
152	9.987.731.777	511.567.134	2.348.582	BO
153	9.987.736.491	511.563.224	2.348.603	BO
154	9.987.743.282	511.575.266	2.347.863	BO
155	9.987.744.287	511.576.298	2.347.860	BO
156	9.987.747.260	511.576.181	2.347.818	PZ
157	9.987.761.841	511.576.647	2.348.333	BO
158	9.987.765.288	511.574.793	2.348.452	BO
159	9.987.767.202	511.574.796	2.348.713	BO
160	9.987.769.094	511.575.857	2.348.797	BO
161	9.987.772.856	511.581.496	2.349.364	BO
162	9.987.779.088	511.578.334	2.349.536	BO
163	9.987.776.006	511.573.032	2.348.919	BO
164	9.987.775.360	511.570.878	2.348.746	BO
165	9.987.775.465	511.569.288	2.348.709	BO
166	9.987.776.984	511.567.782	2.348.707	BO
167	9.987.796.492	511.556.304	2.349.267	BO
168	9.987.815.245	511.545.313	2.349.844	BO
169	9.987.835.158	511.533.779	2.350.514	BO
170	9.987.852.754	511.523.588	2.351.245	BO
171	9.987.862.085	511.518.172	2.351.406	BO
172	9.987.881.970	511.506.667	2.351.865	BO
173	9.987.906.733	511.492.406	2.352.470	BO
174	9.987.923.984	511.482.528	2.353.004	BO
175	9.987.945.782	511.469.836	2.353.726	BO
176	9.987.956.074	511.463.880	2.354.069	BO
177	9.987.982.142	511.448.734	2.354.839	BO
178	9.988.001.978	511.437.114	2.355.283	BO
179	9.988.023.429	511.424.618	2.355.798	BO
180	9.988.041.161	511.414.352	2.356.210	BO
181	9.988.055.947	511.405.682	2.356.531	BO
182	9.988.058.215	511.404.354	2.356.577	BO
183	9.988.079.936	511.390.256	2.357.101	BO
184	9.988.085.050	511.386.829	2.357.225	BO

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
185	9.988.099.800	511.373.994	2.357.783	BO
186	9.988.117.355	511.358.701	2.358.384	BO
187	9.988.128.682	511.348.796	2.358.818	BO
188	9.987.646.202	511.641.144	2.345.128	PZ
189	9.987.647.397	511.647.995	2.345.007	BV
190	9.987.626.539	511.656.176	2.343.903	BV
191	9.987.604.935	511.665.604	2.343.444	BV
192	9.987.583.703	511.675.962	2.343.141	BV
193	9.987.568.481	511.682.767	2.343.211	BV
194	9.987.554.556	511.689.940	2.343.410	BV
195	9.987.543.702	511.694.161	2.343.075	PST
196	9.987.528.884	511.702.848	2.343.553	BV
197	9.987.511.725	511.710.520	2.343.824	PST
198	9.987.496.385	511.720.188	2.342.832	BV
199	9.987.485.405	511.727.287	2.342.300	BV
200	9.987.479.225	511.730.511	2.341.832	PST
201	9.987.468.045	511.740.456	2.341.294	CE
202	9.987.458.376	511.747.107	2.341.050	BV
203	9.987.451.414	511.752.176	2.340.952	PST
204	9.987.435.547	511.764.534	2.340.397	BV
205	9.987.418.860	511.777.428	2.340.606	PST-BV
206	9.987.406.770	511.785.725	2.340.468	BV
207	9.987.387.396	511.799.189	2.340.824	PST-BV
208	9.987.374.333	511.805.827	2.341.116	BV-300N
209	9.987.356.021	511.821.202	2.341.218	PST-BV
210	9.987.341.019	511.829.654	2.340.409	BV
211	9.987.323.883	511.838.276	2.339.841	PST-BV
212	9.987.311.698	511.845.251	2.340.555	BV
213	9.987.296.326	511.852.933	2.341.040	PST
214	9.987.296.894	511.854.655	2.341.745	BV
215	9.987.281.802	511.865.704	2.341.690	BV
216	9.987.267.853	511.876.321	2.341.960	PST
217	9.987.267.128	511.878.830	2.342.005	BV
218	9.987.257.326	511.888.926	2.341.775	BV
219	9.987.243.345	511.902.768	2.341.497	PST
220	9.987.245.932	511.902.325	2.341.955	BV
221	9.987.225.156	511.918.615	2.342.479	BV
222	9.987.213.360	511.925.576	2.341.780	PST
223	9.987.203.635	511.937.644	2.342.510	BV
224	9.987.193.158	511.947.472	2.342.100	PST
225	9.987.194.689	511.947.990	2.342.647	BV
226	9.987.189.863	511.960.574	2.342.963	CE
227	9.987.185.490	511.973.293	2.342.810	CE

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
228	9.987.181.756	511.978.883	2.342.822	PST
229	9.987.177.869	511.996.962	2.343.295	BV
230	9.987.169.544	512.017.555	2.343.272	PST
231	9.987.171.079	512.018.132	2.344.045	BV
232	9.987.164.249	512.039.508	2.343.642	BV
233	9.987.156.711	512.058.652	2.343.585	PST
235	9.987.151.297	512.055.691	2.343.726	BQ
236	9.987.157.345	512.032.710	2.343.192	BQ
237	9.987.162.377	512.010.021	2.342.972	BQ
238	9.987.170.095	511.985.550	2.342.994	BQ
239	9.987.175.944	511.964.348	2.342.577	BQ
240	9.987.183.805	511.948.012	2.342.624	BQ
241	9.987.202.156	511.964.442	2.345.175	TN
242	9.987.216.856	511.950.285	2.346.285	TN
243	9.987.189.795	511.937.297	2.342.076	BV
244	9.987.201.395	511.922.436	2.341.936	BV
245	9.987.225.438	511.938.296	2.346.231	BV
246	9.987.240.989	511.927.086	2.348.170	TN
247	9.987.258.232	511.912.275	2.349.651	TN
248	9.987.279.854	511.896.462	2.350.354	TN
249	9.987.304.606	511.877.384	2.349.563	TN
250	9.987.327.202	511.860.602	2.348.843	TN
251	9.987.221.313	511.905.308	2.341.398	BQ
252	9.987.230.110	511.902.812	2.341.071	BQ
253	9.987.239.878	511.891.062	2.341.059	BQ
254	9.987.255.177	511.872.417	2.341.735	BQ
255	9.987.278.899	511.852.500	2.341.458	BQ
256	9.987.310.233	511.836.017	2.340.080	BQ
257	9.987.330.662	511.826.577	2.339.728	BQ
258	9.987.350.892	511.813.075	2.341.005	BQ
259	9.987.369.517	511.801.614	2.341.397	BV
260	9.987.393.664	511.786.569	2.340.353	BV
261	9.987.414.674	511.770.814	2.340.036	BV
262	9.987.427.926	511.759.257	2.339.973	BV
263	9.987.446.260	511.743.438	2.340.207	BV
264	9.987.466.046	511.729.154	2.341.070	BV
265	9.987.483.902	511.717.813	2.342.204	BV
266	9.987.504.057	511.705.164	2.342.946	BV
267	9.987.524.698	511.693.846	2.343.133	BV
268	9.987.542.916	511.683.596	2.342.959	BV
269	9.987.565.088	511.672.526	2.342.727	BV
270	9.987.596.004	511.659.657	2.343.073	BV
271	9.987.621.860	511.646.139	2.343.530	BV

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
272	9.987.640.011	511.638.626	2.344.527	BV
273	9.987.650.319	511.637.753	2.345.139	PZ
234	9.987.152.912	512.051.250	2.343.614	CLV
274	9.987.158.210	512.059.321	2.344.348	BV
275	9.987.152.906	512.076.781	2.343.977	BV
276	9.987.144.399	512.098.645	2.344.163	PST
277	9.987.141.220	512.113.328	2.344.652	BV
278	9.987.136.845	512.129.666	2.344.891	BV
279	9.987.135.250	512.141.473	2.344.986	PST
280	9.987.137.138	512.141.408	2.344.953	BV
281	9.987.135.606	512.155.358	2.345.087	BV
282	9.987.131.096	512.176.311	2.345.506	PS
283	9.987.133.007	512.176.140	2.345.424	BV
284	9.987.130.778	512.193.362	2.345.438	BV
285	9.987.126.794	512.212.298	2.346.664	PST
286	9.987.127.473	512.219.318	2.347.132	CE
287	9.987.122.304	512.249.165	2.348.135	PST
288	9.987.122.906	512.253.563	2.348.337	CE
289	9.987.120.820	512.269.273	2.348.831	BV
290	9.987.117.874	512.286.396	2.349.577	PST
291	9.987.116.781	512.300.315	2.349.915	BV
292	9.987.113.567	512.322.614	2.350.596	PST
293	9.987.114.777	512.321.402	2.350.511	PUA
294	9.987.112.361	512.341.488	2.351.120	PUA
295	9.987.108.991	512.361.123	2.351.442	PST
296	9.987.108.653	512.373.118	2.351.898	BV
297	9.987.104.299	512.398.632	2.352.679	PST
298	9.987.094.223	512.396.839	2.352.470	PST
299	9.987.098.705	512.392.462	2.352.163	CLV
300	9.987.096.233	512.386.513	2.352.164	BV
301	9.987.098.504	512.360.194	2.351.245	BV
302	9.987.103.023	512.335.187	2.350.908	BV
303	9.987.105.484	512.309.259	2.350.198	BV
304	9.987.110.366	512.275.582	2.348.878	BV
305	9.987.114.051	512.241.005	2.347.865	BV
306	9.987.116.607	512.214.265	2.346.855	BV
307	9.987.116.403	512.190.258	2.345.473	BV
308	9.987.107.125	512.187.245	2.345.629	BV
309	9.987.093.615	512.185.737	2.345.820	BV
310	9.987.096.269	512.175.426	2.345.704	BV
311	9.987.109.094	512.175.847	2.345.579	BV
312	9.987.117.895	512.169.680	2.345.251	BV
313	9.987.123.877	512.152.792	2.344.991	BV

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	VÉRTICE
314	9.987.127.240	512.126.744	2.344.541	BV
315	9.987.136.823	512.096.306	2.344.246	BV
316	9.987.144.329	512.076.874	2.343.908	BV
317	9.987.148.147	512.065.171	2.343.828	BV
318	9.987.100.497	512.391.582	2.352.212	GPS2-MJN

Nota. Se presentan las Coordenadas levantamiento topográfico. Fuente: INEN, 2011.

4.5. Planimetría y Altimetría

De acuerdo con (León s.f) con la planimetría es la parte de la topografía que estudia los puntos de la superficie terrestre para proyectarlos sobre un plano horizontal (plano de referencia) y se encarga de mediar las áreas y representarlas en planos, haciendo uso de un planímetro. Mientras que la altimetría es la parte de la topografía que se encarga de estudiar la distancia vertical entre dos o más puntos, es decir, la cota del terreno y sus diferencias (León, s.f, p. 37).

De este modo, en el rediseño geométrico de la vía se tiene una franja topográfica con un área de 55481.611 m² desde el hito inicio de vía. La longitud desde el inicio de la vía al final es de 1810.44 m. En esta longitud de vía se tienen 3 curvas, la primera se encuentra ubicada a los 160 m, la segunda a los 300 m y la tercera y última a los 500 m del hito marcado como inicio de vía. El tramo de la vía rediseñado va desde la cota 0+780 hasta la cota 1+810.

CAPÍTULO V

ESTUDIOS DE TRÁFICO DEL PROYECTO

5.1. Alcance

A través de este estudio de tráfico se obtendrá datos sobre el tránsito vehicular, los cuales serán contados manualmente por los locales y orientados a través del correcto proceso de cuantificación y clasificación vehicular.

Posteriormente, los datos recogidos por el contador se pronostican para dos periodos, uno de 10 años y otro de 20 años, obteniendo un valor de tráfico promedio diario anual abreviado como TPDA, será muy importante para la clasificación de la vía de acuerdo con lo establecido de la actual normativa de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

Una vez pronosticado el volumen de tráfico, estos valores obtenidos del análisis se deben convertir en número de eje equivalente a 8.2 toneladas ESALS'S (Equivalent Simple Axial Load) para poder identificar las cargas vehiculares que experimentará el camino de estudio.

5.2. Metodología empleada







Para este estudio, la recogida y análisis de la información de tráfico existente se dividirá en dos fases, trabajo de campo y gabinete

5.2.1. Trabajo de campo

Se refiere al conteo manual al inicio y final del proyecto, durante una jornada de 12 horas durante 7 días de 7:00 a 19:00 horas, se inició el conteo el 29 de marzo hasta el 5 de abril donde se cuantificó y clasificó el flujo vehicular existente, utilizando formularios específicos para el proyecto (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 6)

Figura 32

Formulario para el control manual del tráfico

Aforador:		Fecha:		Clima matutino:		
Estación:		Sentido conteo:		Clima Vespertino:		
Vehículos	Livianos	Buses	Camion de dos ejes pequeño	Camion de 2 ejes medianos	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes
hora						
7:00-8:00						
8:00-9:00						
9:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						

Observaciones:








Nota. Representación formulario para el control manual del tráfico. Elaborado por: El Autor.

5.2.2. Trabajo de Gabinete

Procesamiento adecuado de la información existente obtenida a través de la cuantificación y clasificación del tránsito, se procede a clasificar los vehículos que circulan en base a la normativa vigente en el país, en el presente estudio se obtuvieron los siguientes vehículos: vehículos medianos, buses, camión 2D y volqueta V2DB.

Figura 33

Clasificación vehicular y distribución máxima de carga por eje

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
V2DB		 	18	12,20	2,60	4,10

Nota. Representación clasificación vehicular y distribución máxima de carga por eje. Fuente: (MOP NEVI-12 Libro 2A, 2013, pg. 39).

A continuación, se presenta el resumen de las tablas de ambas estaciones donde se realizó el conteo vehicular, obteniendo los resultados siguientes:

Tabla 5

Resumen del conteo de la estación 1

Tipo de vehículo	Conteo vehicular estación 1							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	92	101	96	84	65	76	96	610
Buses	0	0	0	0	0	0	1	1
Camión 2D	17	13	19	24	15	11	20	119
Volqueta V2DB	4	1	2	0	5	2	3	17
TOTAL	125	131	135	123	99	106	134	747

Nota. Se presentan el resumen del conteo de la estación 1. Elaborado por: El Autor.

Tabla 6

Resumen del conteo de la estación 2

Tipo de vehículo	Conteo vehicular estación 2							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	47	52	53	49	32	34	59	326
Buses	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2D	12	7	14	12	19	16	19	99
Volqueta V2DB	0	3	8	1	3	5	2	22
TOTAL	63	72	82	77	55	57	86	447

Nota. Se presentan el resumen del conteo de la estación 2. Elaborado por: El Autor.

Tabla 7

Resumen del conteo de la estación 1 y 2

Tipo de vehículo	Conteo vehicular estación 1 y 2							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	139	153	149	133	97	110	155	936
Buses	0	0	0	0	0	0	1	1
Camión 2D	29	20	33	36	34	27	39	218
volqueta V2DB	4	4	10	1	8	7	5	39
TOTAL	188	203	217	200	154	163	220	1194

Nota. Se presentan el resumen del conteo de la estación 1y 2. Elaborado por: El Autor.

5.3. Conteo del tráfico

Se ubicó dos estaciones de conteo manual al inicio y al final de la vía Quito Loma para registrar la cantidad de vehículos que circulan (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 13).

Estos datos también se registraron en un formulario especialmente diseñado para este fin y se registró el tráfico de vehículos, clasificándolos por horas.

Figura 34

Ubicación estaciones de conteo



Nota. Representación ubicación estaciones de conteo. Elaborado por: El Autor.

5.4. Trafico promedio diario anual (TPDA)

“La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen de tráfico promedio diario anual cuya abreviatura es el TPDA” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 13)

Como se establece en la Normativa de Diseño Vial Mop-2002, para determinar el movimiento promedio diario (TPDA) se debe hacer ajustes que dependen de ciertos factores, tales como: Trafico promedio diario observado (T_o), Factor diario (F_d), Factor semanal (F_s), Factor mensual (F_m), mediante la siguiente ecuación:

$$TPDA = T_o * F_d * F_s * F_m$$

Donde:

- T_o : Tráfico Promedio Diario Observado.
- F_d : Factor Diario.

- Fs: Factor semanal.
- Fm: Factor mensual.
- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

5.5. Tráfico promedio diario semanal

Es la cantidad promedio transporte un día a la semana. Por no considerar en el rango del conteo manual todas las horas diarias por parte de los aforadores se realiza un ajuste de factor diario (Fd).

Fd = Mayor numero de vehículos que transitan en un día / Total de vehículos registrados en la semana

$$Fd = \frac{220}{1345} * 10$$

$$Fd = 1.63$$

El tráfico diario semanal se debe multiplicar por el tráfico promedio diario observado (To) por el Factor diario (Fd), al no contar con un registro nocturno el valor del factor diario será mayor a 1.

$$TPDS=To*Fd$$

Tabla 8

Resumen del ajuste del tráfico diario semanal (TPDS)

Tipo de vehículo	Conteo vehicular estación 1 y 2							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	227	249	243	217	158	179	253	1526
Buses	0	0	0	0	0	0	2	2
Camión 2D	47	33	54	59	55	44	64	356
volqueta V2DB	7	7	16	2	13	11	8	64
TOTAL	306	331	354	326	251	266	359	1948

Nota. Se presentan el resumen del ajuste del tráfico diario semanal (TPDS). Elaborado por: El Autor.

5.6. Tráfico Promedio Diario Mensual

Dependiendo del tráfico actual en el proyecto, se selecciona un calor de ajuste semanal igual a 1 (FS=1), se obtiene los siguientes resultados y se muestra en la siguiente tabla.

$$TPDM = TPDS * 1$$

Donde:

- TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal.
- Fs: Factor de ajuste semanal,
- Fs = 1. TPDM: Tráfico Promedio Diario Mensual.

Tabla 9

Resumen de ajuste del tráfico diario mensual (TPDM)

Tipo de vehículo	Conteo vehicular estación 1 y 2							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	227	249	243	217	158	179	253	1526
Buses	0	0	0	0	0	0	2	2
Camión 2D	47	33	54	59	55	44	64	356
Volqueta V2DB	7	7	16	2	13	11	8	64
TOTAL	306	331	354	326	251	266	359	3516

Nota. Se presentan el resumen del tráfico diario mensual (TPDM). Elaborado por: El Autor.

5.7. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para calcular el promedio diario anual es el resultado de la multiplicación del tráfico promedio diario mensual y el factor de ajuste mensual

$$TPDA = TPDM * fm$$

Donde:

- TPDM: Tráfico Promedio Diario Mensual.
- fm: Factor de Ajuste Mensual
- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.
- Abril = 1.093

Tabla 10*Factores mensuales de incidencia en el aforo vehicular*

Meses	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.056
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Nota. Se presenta los factores mensuales de incidencias en el aforo vehicular. Fuente: Departamento de la dirección de estudios del MTOP 2014.

Tabla 11*Tráfico promedio Diario Anual*

TIPO DE VEHICULO	Conteo vehicular estación 1 y 2							Total
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Vehículos Livianos	248	273	265	237	173	196	276	1668
Buses	0	0	0	0	0	0	2	2
Camión 2D	52	36	59	64	61	48	69	389
Volqueta V2DB	7	7	18	2	14	12	9	69
TOTAL	335	362	387	356	274	290	392	2396

Nota. Se presenta el tráfico promedio Diario Anual. Elaborado por: El Autor.

5.8. Proyección del tráfico actual.

“Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto” (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 16).

5.8.1. Tasa de crecimiento vehicular.

Para este proyecto, la proyección del tráfico se implementará durante un periodo de 10 a 20 años y se realizara mediante la tasa de crecimiento vehicular que fue obtenida del GADPP, departamento de estudios viales.

Tabla 12*Tasa de crecimiento vehicular para la provincia de pichincha*

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2021-2025	3.81	1.88	2.09
2026-2030	3.2	1.81	1.9
2031-2035	2.8	1.75	1.75

Nota. Se presenta la tasa de crecimiento vehicular para la provincia de pichincha. Fuente: GADPP, Departamento de estudios viales.

Se utilizará la siguiente ecuación para la determinación del Tráfico Promedio Diario Anual proyectado:

$$TPDA_{proyectado} = TPDA * (1 + r)^t$$

Donde:

- TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.
- r: Tasa del crecimiento del tráfico.
- t: Número de años proyectados.

Una vez realizado la respectiva proyección del Tráfico Promedio Diario Anual para el periodo de 10 y 20 años, se obtuvieron los siguientes resultados indicados en la siguiente tabla:

Tabla 13*Calculo del tráfico proyectado*

Año	Tiempo	Vehículos				Total de vehículos
		Livianos	Buses	Camión 2D	Volqueta V2DB	
2022	0	238	1	55	10	305
2023	1	247	1	57	10	429
2024	2	257	1	60	11	328
2025	3	267	1	62	11	341
2026	4	270	1	60	11	342
2027	5	279	1	61	12	353
2028	6	288	1	62	12	363
2029	7	297	1	63	13	374

Año	Tiempo	Vehículos				Total de vehículos
		Livianos	Buses	Camión 2D	Volqueta V2DB	
2030	8	306	1	64	13	385
2031	9	305	1	65	13	385
2032	10	314	1	66	13	395
2033	11	323	1	67	14	405
2034	12	332	1	68	14	415
2035	13	341	1	70	14	426
2036	14	351	1	71	14	437
2037	15	360	1	72	15	448
2038	16	371	1	73	15	460
2039	17	381	1	75	15	472
2040	18	392	1	76	15	484
2041	19	403	1	77	16	497
2042	20	414	1	78	16	510

Nota. Se presenta el cálculo del tráfico proyectado. Elaborado por: El Autor.

Clasificación de la Vía.

Según el valor de tráfico proyectado para un periodo de diseño de 20 años es de 510 vehículos/ día, por ende, según la Tabla 2 de clasificación de vías, el proyecto se clasifica como una Vía Clase III al estar en el límite de TPDA de 300-1000, con una orografía de tipo Ondulado.

CAPÍTULO VI

REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

6.1. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación según la Norma de diseño geométrico de carreteras (2003)

es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes (p. 30).

Velocidad de diseño 60 km/h

$$V_c = 0.80(60) + 6.5 = 54.5 \frac{km}{h}$$

Velocidad de circulación= 50 Km/h

Velocidad de diseño 50 km/h

$$V_c = 0.80(50) + 6.5 = 46.5 \frac{km}{h}$$

Velocidad de circulación= 45 Km/h

6.2. Peralte

El peralte será determinado por la normativa del MOP (2003):

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h (p. 36).

Adoptamos un valor de $e=10\%$ que es el peralte máximo recomendado por la norma para caminos con capa de rodadura asfáltica y de concreto con velocidades de diseño mayores a los 50 Km/h.

6.3. Radio mínimo.

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte adoptado y el coeficiente de fricción lateral correspondiente Para velocidad de diseño 60 km/h (Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003, p. 36).

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

$$R_{min} = \frac{60^2}{127(0.1 + 0.165)} = 108 \text{ m}$$

Figura 35

Tabla de radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción para una velocidad de diseño de 60 km/h.

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "e" Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "f"									
Velocidad de Diseño Km/h	"f" Máx.	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04	e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
20	0.350	7	7	8	8	-	20	30	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	709	520	570	630	710

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m en los siguientes casos:
 - Presencia de estructuras existentes
 - Relieve difícil.

Nota. Representación tabla de radios mínimos de curvas. Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras" –MTO2003.

Con el valor de e=10% para una velocidad de diseño de 60 km/h, se toma el radio mínimo de 110 m.

Para velocidad de diseño 50 km/h

$$R_{min} = \frac{50^2}{127(0.08 + 0.19)} = 72.9 \text{ m}$$

Figura 36

Tabla de radios mínimos de curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción para una velocidad de diseño de 60 km/h.

RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS EN FUNCIÓN DEL PERALTE "e" Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL "f"									
Velocidad de Diseño Km/h	"f" Máx.	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04	e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
20	0.350	7	7	8	8	-	20	30	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	709	520	570	630	710

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m en los siguientes casos:
 - Presencia de estructuras existentes
 - Relieve difícil.

Nota. Representación tabla de radios mínimos de curvas. Fuente: "Norma de Diseño Geométrico de Carreteras" –MTOPT2003.

Con el valor de e = 8% para una velocidad de diseño de 50km/h, se toma el radio mínimo de 75 m por seguridad con el usuario.

Tabla 14*Rediseño geométrico de vía propiedades de diseño*

ITEM	TIPO	LONGITUD m	RADIO MINIMO m	VELOCIDAD DE DISEÑO km/h	ESTACION - INICIO m	ESTACION FIN m	ANGULO DELTA grados	LONGITUD DE ARCO m
1	Curva	92.34	73	50	0+005.20	0+097.54	62.2434	87.866
2	Curva	57.712	73	50	0+153.36	0+211.07	27.5553	57.157
3	Curva	63.392	73	50	0+258.14	0+321.54	8.0709	63.339
4	Curva	16.457	73	50	0+753.35	0+829.80	5.1039	76.432
5	Curva	80.266	73	50	0+939.07	1+019.34	14.592	80.049
6	Curva	47.442	73	50	1+084.56	1+132.00	5.6634	47.423
7	Curva	79.386	73	50	1+281.55	1+360.94	37.9038	77.946
8	Curva	83.194	73	50	1+491.83	1+575.02	11.0764	83.064

Nota. Se presenta el rediseño geométrico de vía propiedades de diseño. Elaborado por: El Autor.

El rediseño geométrico de la vía se realizó en cumplimiento con la normativa establecida en la AASHTO 93 y de acuerdo a los parámetros permitidos. Cabe recalcar que la velocidad de diseño y el radio mínimo fueron establecidos en función a dichos parámetros, pues previamente la vía no cumplía con los radios mínimos, ya que presentaba radios mínimos de entre 20-30 m.

Se mejoró el peralte de la vía donde adoptamos en valor $e=10\%$

En la distancia de visibilidad se mejoró ya que tomo un valor de 128 m para mayor seguridad de los usuarios.

La vía existente no contaba con un sobreebanco mínimo por lo que en el rediseño de la vía se estableció una distancia de 30 cm ya que la velocidad de diseño es de 50 km/h pero a lo largo de la vía este valor puede ir cambiando ya que se hizo en función a la velocidad.

La vía Quito Loma cuenta con un espaldón de 20 cm, gracias al rediseño vial se mejoró y se adoptó el ancho mínimo.

6.4. Curva circular.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples (Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003, p. 36).

Para $V_d=60$ km/h

• **Cálculo de los elementos de la curva circular**

Datos:

R= 120 m

$\alpha=$ 37.90 °

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * 6$$

$$T = 120 * \tan\left(\frac{37.90}{2}\right) * 6$$

$$T = 241.04m$$

Gc= grado de curvatura

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

$$Gc = \frac{1145.92}{120} = 9.54$$

$\theta=$ Ángulo de deflexión

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{9.54 (1)}{20} = 0.477^\circ$$

E= externa

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

$$E = 120 * \left(\sec\frac{37.90}{2} - 1\right) = 6.87 m$$

M= Ordenada Media

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

$$M = 120 - 120 * \cos\left(\frac{37.9}{2}\right) = 6.50 m$$

Lc= Longitud de curva simple

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

$$Lc = \frac{\pi * 120 * 37.90}{180} = 79.38 m$$

Para $V_d=50$ km/h

- **Cálculo de los elementos de la curva circular**

Datos:

R= 85 m

$\alpha=$ 75.05 °

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) * 6$$

$$T = 85 * \tan\left(\frac{75.05}{2}\right) * 6$$

$$T = 391.69 \text{ m}$$

Gc= grado de curvatura

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

$$Gc = \frac{1145.92}{85} = 13.48$$

$\theta=$ Ángulo de deflexión

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{13.48 (1)}{20} = 0.67^\circ$$

E= externa

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

$$E = 85 * \left(\sec\frac{75.05}{2} - 1\right) = 22.50\text{m}$$

M= Ordenada Media

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

$$M = 85 - 85 * \cos\left(\frac{75.05}{2}\right) = 17.59 \text{ m}$$

Lc= Longitud de curva simple

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

$$Lc = \frac{\pi * 85 * 75.05}{180} = 111.34 \text{ m}$$

6.5. Distancia de visibilidad de parada.

Para la determinación de la distancia de visibilidad de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales (Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003, p. 180).

Para Vd=60 km/h

Se tiene un coeficiente lateral $f = 0.165$

$$D_{vp} = 0.694(70) + \frac{60^2}{254(0.165)} = 127.5 \text{ m}$$

En el resumen del anexo del MOP (2003) indica que la distancia mínima es 90 m sin embargo se toma el valor de 128 m porque le da una mayor seguridad al usuario.

Para Vd=50 km/h

Se tiene un coeficiente lateral $f = 0.190$

$$D_{vp} = 0.694(50) + \frac{50^2}{254(0.190)} = 87 \text{ m}$$

En el resumen del anexo del MOP 2003 indica que la distancia mínima es 55 m sin embargo se toma el cálculo anterior ya que es mayor por lo tanto da una mayor seguridad al usuario.

6.6. Distancia de rebasamiento.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad (Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003, p. 192).

Para Vd=70 km/h

$$D_r = 9.54 * 70 - 218 = 450 \text{ m}$$

Considerando el anexo de la normativa del MOP 2003, la distancia de visibilidad es de 490 m, por lo tanto, se toma este valor como distancia de rebasamiento al ser mayor.

Para Vd=50 km/h

$$Dr = 9.54 * 50 - 218 = 259 \text{ m}$$

Según el MOP (200)3, la distancia de visibilidad es de 210 m, por lo tanto, se toma 259 m distancia de rebasamiento por ser mayor.

6.7. Pendiente máxima

Para Vd=60 km/h

Pendiente máxima 7%.

Para Vd=50 km/h

Pendiente máxima 8%.

6.8. Pendiente mínima

La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser 0.5% como mínimo para terrenos ondulados

6.9. Longitud mínima

Para Vd=60 km/h

$$T_{min} = Vd * 10s = 60 \frac{km}{h} * \left(\frac{1h}{3600s} \right) * \left(\frac{1000m}{1km} \right) * 10s = 166.7 \text{ m} \approx 170 \text{ m}$$

Para Vd=50 km/h

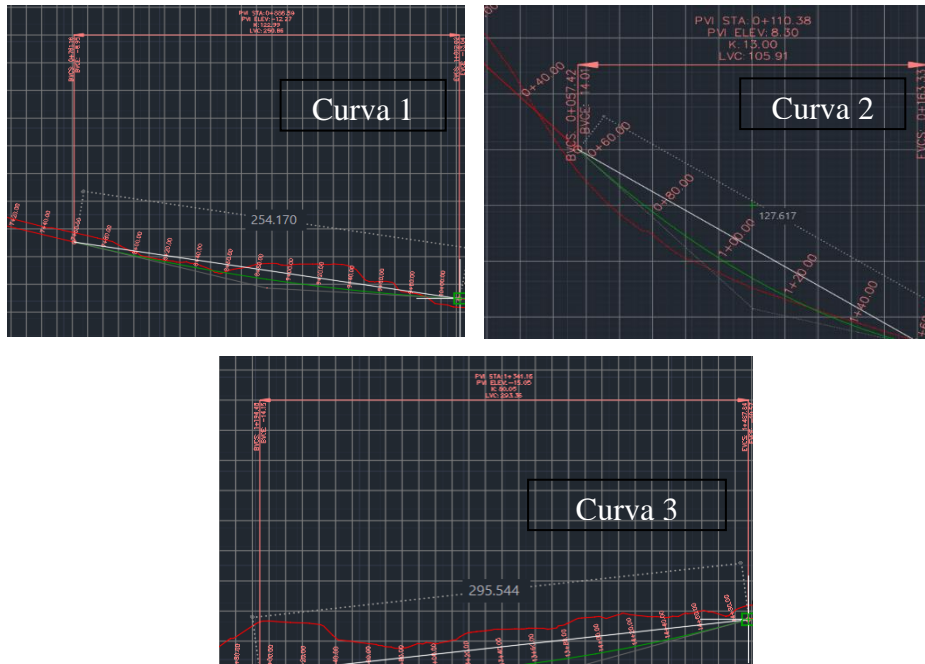
$$T_{min} = Vd * 10s = 50 \frac{km}{h} * \left(\frac{1h}{3600s} \right) * \left(\frac{1000m}{1km} \right) * 10s = 138.8 \text{ m} \approx 140 \text{ m}$$

6.10. Cálculo de la curva vertical cóncava simétrica

Para este proyecto se calculan los componentes para 3 curvas verticales cóncavas, se usó las fórmulas anteriormente mencionadas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Figura 37

Curvas verticales cóncavas



Nota. Representación curvas verticales cóncavas. Elaborado por: El Autor.

Tabla 15

Cálculo curvas rediseño geométrico de vía

Descripción	%p	% q	Clv (m)	S (Distancia visibilidad parada) (m)	A	E (externa) (m)	L (longitud de la curva) (m)
Curva 1	-10.8	-2.65	127.62	87	8.15	1.3	143.2
Curva 2	-2.65	-0.61	254.17	128	2.04	0.65	58
Curva 3	-0.61	3.05	295.54	128	3.66	1.35	104

Nota. Se presenta el cálculo de curvas rediseño geométrico de vía. Elaborado por: El Autor.

6.11. Factor K.

El proyecto cumple con el factor K mínimo:

Tabla 16

Factor K mínimo para las curvas de la vía

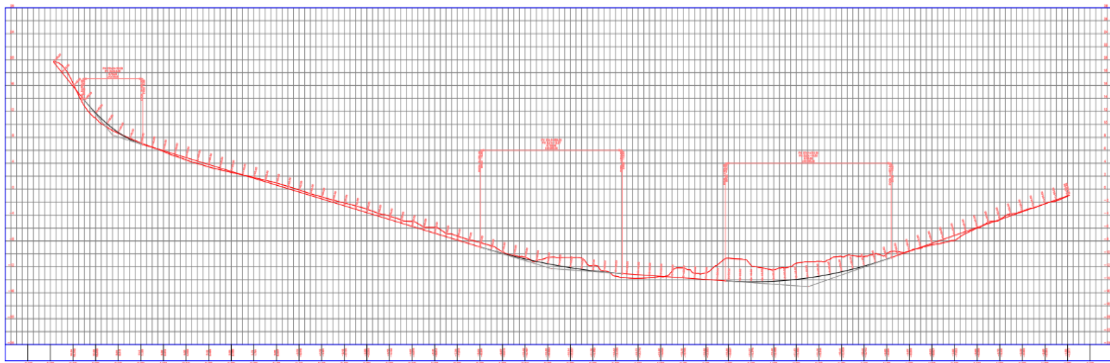
Descripción	Factor K mínimo	Factor k
Curva 1	13	13
Curva 2	13	122.99
Curva 3	13	80.05

Nota. Se presenta el factor k mínimo para las curvas de la vía. Elaborado por: El Autor.

6.12. Perfil longitudinal.

Figura 38

Perfil longitudinal rediseño geométrico de la vía San Francisco de Oyacoto



Nota. Representación perfil longitud rediseño geométrico de la vía San Francisco de Ovacoto. Elaborado por: El Autor.

6.13. Sobreancho.

Según la Norma de diseño geométrico de carreteras (2003)

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En los cuadros correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobreancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño (p. 68)

Por lo tanto, se tomará un sobreancho en las curvas de 40 cm.

Para $V_d=60$ km/h

Por lo tanto, se tomará un sobreebancho en las curvas de 40 cm ya que la velocidad de diseño es de 60 km/h.

Para Vd=50 km/h

Por lo tanto, se tomará un sobreebancho en las curvas de 30 cm.

6.14. Espaldón.

Según MTOP 2003:

El ancho de espaldón mínimo es de 1.5 m según MTOP 2003 para la clasificación de la vía Clase III.

Para Vd=50 km/h

El ancho de espaldón mínimo es de 0.6 m

6.15. Ancho de vía.

Para este proyecto se considera un ancho de vía de 6.7 m porque es la distancia con la cual la vía Quito-Loma está construida. No se puede realizar cambios al ancho de vía porque hay varias viviendas construidas en el lindero de la vía (Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003, p. 46).

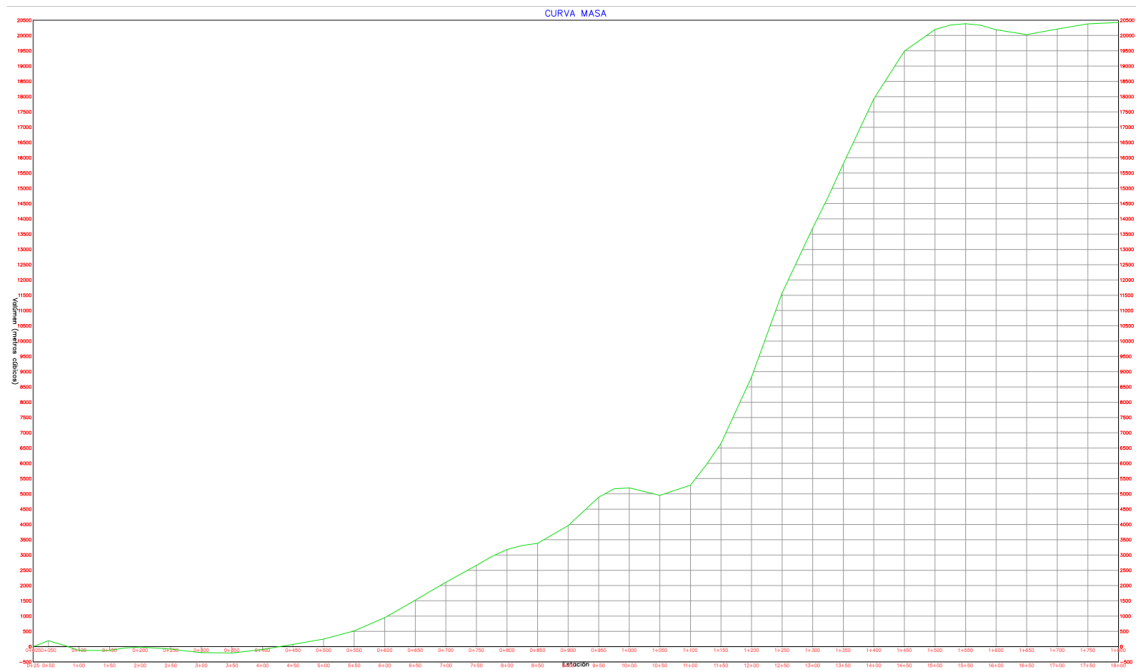
6.16. Cálculo de volúmenes.

Una vez que se han calculado las áreas de las secciones transversales, se puede proceder a calcular el volumen correspondiente entre ellas. Para que dicho volumen se pueda calcular fácilmente, será necesario suponer que entre cada par de secciones consecutivas existe un sólido geométrico compuesto de elementos conocidos o identificables (Cárdenas, 2013, p. 447).

A continuación, se muestra la curva de masa para la vía diseñada:

Figura 39

Curva de masas vía San Francisco de Oyacoto



Nota. Representación curvas de masas via San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

Se observa en la curva de masa que va a sobrar material ya que la mayoría de la trayectoria se realiza un corte se propone que el material sobrante se deseche en la escombrera de Oyacoto, siendo esta la más cercana al lugar:

A continuación de detalla las distancias de acarreo:

Figura 40

Distancia, volumen y número de volquetas movimiento de masas vía San Francisco de Oyacoto

DISTANCIA DE ACARREO	ABSCISAS	Volúmen Acumulado Relleno	Volúmen Acumulado Corte (m ³)	Volumen de acarreo (m ³)	Número de Volquetas
1.6+00+0	0+000	0.0	0.0	0	0
1.6+50+0	0+050	32.3	227.3	195.1	28
1.7+00+0	0+100	348.7	227.3	-121.4	-17
1.7+50+0	0+150	451.6	329.6	-122.0	-17
1.8+00+0	0+200	452.6	438.7	-14.0	-2
1.8+50+0	0+250	521.7	444.6	-77.2	-11
1.9+00+0	0+300	638.5	444.6	-193.9	-28
1.9+50+0	0+350	682.2	475.4	-206.8	-30
2.0+00+0	0+400	682.5	590.3	-92.2	-13
2.0+50+0	0+450	682.5	755.7	73.3	10
2.1+00+0	0+500	682.5	930.5	248.0	35
2.1+50+0	0+550	682.5	1199.1	516.6	74
2.2+00+0	0+600	682.5	1631.0	948.6	136
2.2+50+0	0+650	682.5	2204.3	1521.8	217
2.3+00+0	0+700	682.5	2791.3	2108.8	301
2.3+50+0	0+750	682.5	3344.2	2661.7	380
2.4+00+0	0+800	682.6	3862.7	3180.1	454
2.4+50+0	0+850	721.5	4103.1	3381.6	483
2.5+00+0	0+900	797.4	4757.8	3960.4	566
2.5+50+0	0+950	807.3	5699.3	4892.0	699
2.6+00+0	1+000	861.0	6057.5	5196.5	742
2.6+50+0	1+050	1108.0	6060.1	4952.0	707
2.7+00+0	1+100	1283.0	6567.4	5284.4	755
2.7+50+0	1+150	1303.8	7950.8	6647.0	950
2.8+00+0	1+200	1331.2	10152.9	8821.7	1260
2.8+50+0	1+250	1331.2	12905.6	11574.4	1653
2.9+00+0	1+300	1331.2	15031.8	13700.7	1957
2.9+50+0	1+350	1331.2	17128.6	15797.4	2257
3.0+00+0	1+400	1331.2	19259.3	17928.1	2561
3.0+50+0	1+450	1418.9	20907.7	19488.8	2784
3.1+00+0	1+500	1543.9	21741.4	20197.5	2885
3.1+50+0	1+550	1576.6	21963.9	20387.3	2912
3.2+00+0	1+600	1784.8	21973.2	20188.4	2884
3.2+50+0	1+650	1985.3	22015.4	20030.1	2861
3.3+00+0	1+700	1987.4	22200.5	20213.1	2888
3.3+50+0	1+750	1988.6	22368.3	20379.7	2911
3.4+00+0	1+800	1989.9	22415.2	20425.3	2918

Nota. Representación Distancia, volumen y número de volquetas movimiento de masas de la vía. Elaborado por: El Autor.

En la tabla mostrada anteriormente se muestra el número de volquetas que se requiere para el acarreo del material sobrante con su respectiva distancia. Además, se aclara que los valores negativos en la columna “número de volquetas” significan que no se requiere de acarreo hacia la escombrera, pues en estos casos se necesita más material para rellenar. Por lo cual lo más eficiente sería utilizar el material sobrante en los otros tramos para poder rellenar.

Tabla 17*Señalética a colocar en la vía*

ITEM	TIPO	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	
1		Inicio de curva	0+40.00	
2		Velocidad máxima	4+20.00	
3		Reduzca la velocidad	6+80.00	
4		Inicio de curva	7+40.00	
5	Vertical	Fin de curva	9+80.00	
6		Reduzca la velocidad	11+000	
7		Inicio de curva	11+80.00	
8		Fin de curva	14+60.00	
9		Velocidad máxima	16+40.00	
1		Línea central continua	0+40.00	1+80.00
2		Línea central discontinua	3+80.00	5+20.00
3	Horizontal	Línea central continua	7+40.00	10+00.0
4		Línea central continua	11+80.00	14+80.00
5		Línea central discontinua	15+60.00	16+80.00

Nota. Se presenta la señalética a colocar en la vía. Elaborado por: El Autor.

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA

7.1. Ingresos (beneficios)

El incremento de los recursos económicos que presenta una organización, una persona o un sistema contable, y que constituye un aumento del patrimonio neto de los mismos. Este término se emplea con significados técnicos similares en distintos ámbitos del que hacer económico y administrativo (Morales, 2010, p. 27).

7.1.1. Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular son fundamental en la planeación, diseño y aspectos operativos de los sistemas de transporte. En el caso de los sistemas de transporte carretero, el costo de operación de un vehículo automotor determinado es aquél en el que se incurre por mantenerlo funcionando por unidad de longitud recorrida. Consiste en el costo de recorrido más los costos fijos (Román, 2016, p. 3).

Para conocer los costos de operación de los vehículos es necesario obtener algunos datos de entrada que contienen características necesarias para el cálculo de los costos de operación como las características de la carretera, del vehículo, de los neumáticos, así como también, datos sobre el uso del vehículo, los costos unitarios y coeficientes adicionales (Cassana, 2016, p. 22).

Algunas características que contienen estos son referentes al vehículo, por ejemplo, su peso, potencia, velocidad a la que se desea mantener; de igual manera es necesario conocer el tipo de superficie sobre la que transitará, su rugosidad, porcentaje de pendiente, curvatura promedio, altitud del terreno, entre otros datos.

7.1.2. Sistema de producción

La parroquia de Calderón cuenta con 7869 hectáreas de superficie, de las cuales 1098 hectáreas pertenecen a suelo productivo, aproximadamente el 14% de la superficie. Tal es así que, de las 1098 hectáreas de suelo productivo, el 71%, es decir 775 hectáreas se dedica al uso agrícola, mientras que el 20%, aproximadamente 217 hectáreas, se dedican a la producción de cobertura vegetal como eucalipto y algarrobo. Únicamente el 7%, lo que equivale a 84 hectáreas, se destina al uso agropecuario mixto, como misceláneos frutales y vegetales (Mora, 2017, p. 22).

Dentro del sistema de producción de la parroquia de Calderón a la que pertenece la Comunidad San Francisco de Oyacoto, el principal producto que predomina en el territorio es el maíz con 775 hectáreas lo que representa el 71% de la cobertura vegetal, seguido por el eucalipto con 193 hectáreas el 18%. Los misceláneos de frutas representan el 5%, los de ciclo corto el 2% y los de hortalizas el 1%. Así mismo, la actividad pecuaria, representa el 1% (Mora, 2017, p. 22).

Figura 41

Distribución productos de producción Comunidad San Francisco de Oyacoto

COBERTURA	Área		UPAS	
	Ha	%	Número	%
ALGARROBO	5	1%	1	1%
EUCALIPTO	193	18%	25	27%
MAIZ	775	71%	42	45%
MISCELANEO DE CICLO CORTO	22	2%	6	6%
MISCELANEO DE FRUTALES	54	5%	11	12%
MISCELANEO DE HORTALIZAS	8	1%	3	3%
PASTO CULTIVADO	13	1%	3	3%
PINO	18	2%	2	2%
Total general	1088	100%	93	100%

Nota. Representación distribución productos de producción de la comunidad San Francisco de Oyacoto. Fuente: IEE, 2012

De este modo, el principal elemento productivo de esta comunidad es el maíz. Según los agricultores de la zona, de una hectárea de maíz se vende se obtienen 160 quintales. El costo del maíz ronda el \$15.57 dólares por quintal. Sin embargo, el análisis de este parámetro, demuestra un costo de producción mayor de \$3.433,25 dólares americanos, generando una pérdida del 28%, tal y como se muestra a continuación.

Tabla 18

Costo de producción de maíz, antes del rediseño de la vía

Área de producción de maíz	Valor en producción	Total, Costo de producción
775 ha	\$15,57	\$ 12.066,75
Total, costo de producción actual		\$ 12.066,75

Nota. Se presenta el costo de producción de maíz antes del rediseño de la vía. Elaborado por: El Autor.

Tabla 19

Costo de producción de maíz después del rediseño de la vía

Área de producción de maíz	Valor en producción	Total Costo de producción
775 ha	\$ 20,00	\$ 15.500,00
Total costo de producción después		\$15.500,00

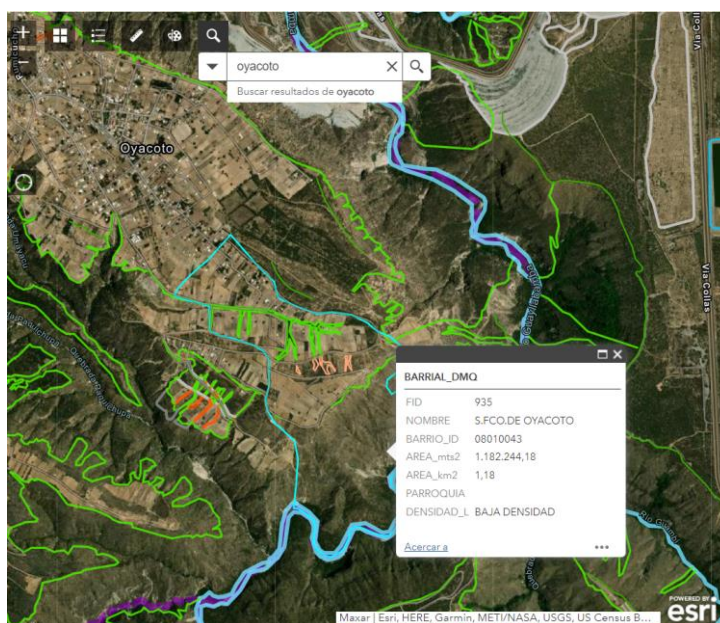
Nota. Se presenta el costo de producción de maíz antes del rediseño de la vía. Elaborado por: El Autor.

7.1.3. Plusvalía del sector

El sector Inmobiliario de la Construcción, fue escogido como tema con el objetivo de determinar el impacto que se ha generado con la implementación de una nueva vía, es decir la evaluación del impuesto sobre el valor especulativo del suelo impuesto al país. Además, La plusvalía es el incremento de valor de un bien o un producto por causas diversas que los propietarios no pueden controlar o influir en ellas y significa una ganancia (Carrión, 2007, p.7).

Figura 42

Plusvalía sector San Francisco de Oyacoto



Nota. Representación de la plusvalía. Fuente: Mapa territorial Municipio de Quito, 2022.

De este modo, se obtiene el siguiente valor de la plusvalía actual del sector sin la ejecución del proyecto propuesto:

Tabla 20

Plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto antes de la ejecución del proyecto

Zona de influencia	Área ha	Área m2	Costo dólares	Total costo plusvalía
Directa	1,206	12060	\$ 28,00	\$ 337.680,00
Indirecta	50,5	505000	\$ 46,00	\$23.230.000,00
Total Plusvalía antes				\$23.567.680,00

Nota. Se presenta la plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto antes a la ejecución del proyecto. Elaborado por: El Autor.

Mientras que tomando en cuenta que la ejecución del proyecto podría aumentar la plusvalía hasta en un 10%, de ser el caso, se obtiene el siguiente incremento en la misma:

Tabla 21

Plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto después de la ejecución del proyecto

Zona de influencia	Área ha	Área m2	Costo dólares	Total, costo plusvalía
Directa	1,206	12060	\$ 30,80	\$ 371.448,00
Indirecta	50,5	505000	\$ 50,60	\$25.553.000,00
Total, Plusvalía después				\$25.924.448,00

Nota. Se presenta la plusvalía del sector San Francisco de Oyacoto después de la ejecución del proyecto. Elaborado por: El Autor.

Tal es así que se cómo se logra observar en las tablas anteriormente mostradas, se obtiene un incremento de \$2.356.768,00 dólares americanos para la plusvalía del sector, tras implementar el proyecto.

7.1.4. Traslado de productos del sector

El traslado de productos se realizará en menos tiempo, lo que representa en un ahorro de tiempo y repuestos en los autos que lo realizan. Esto conlleva en un ahorro para el sector agropecuario al pagar menos por un flete y en el sector automotor ya que se reducen los tiempos de traslado y alarga el tiempo de mantenimiento de los autos.

Por esta razón, es necesario tomar en cuenta los costos del transporte de la producción de maíz generada. Las dificultosas condiciones actuales de la vía, que no se encuentra pavimentada y que está desnivelada, complican el transporte de los productos de los agricultores, actualmente el flete está costando cerca de \$25.00 de acuerdo con lo mencionado por los productores de la zona, mientras que se estima que, una vez ejecutado el proyecto, el costo del transporte de los productos debería ser similar a los de la zona, esto es aproximadamente 20 dólares americanos. El análisis de este parámetro nos arroja una disminución de \$38.400 dólares anuales en los costos de transporte que podrían beneficiar de manera directa tanto a los productores como al consumidor, el análisis se encuentra detallado a continuación:

Tabla 22

Costo transporte de productos antes del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto

Tipo de Vehículo	Flete semana	Flete año	Valor transporte	TPDA	Costo total
Livianos	1	48	\$ 25,00	130	\$156.000,00
Camión 2D	1	48	\$ 25,00	30	\$ 36.000,00
Total, costo transporte de productos antes					\$192.000,00

Nota. Se presenta el costo transporte de productos antes del rediseño de la vía en el sector San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

Tabla 23

Costo transporte de productos antes del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto

Tipo de Vehículo	Flete semana	Flete año	Valor transporte	TPDA	Costo total
Livianos	1	48	\$ 20,00	130	\$124.800,00
Camión 2D	1	48	\$ 20,00	30	\$ 28.800,00
Total, costo transporte de productos después					\$153.600,00

Nota. Se presenta el costo transporte de productos antes del rediseño de la vía en el sector San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

7.2. Egresos (Costos económicos del proyecto)

Un egreso es la salida de recursos financieros con el fin de cumplir un pago, también puede considerarse a la salida de dinero provocada por otros motivos, como realizar una inversión. Puedes crear los siguientes tipos de documentos:

- Pagos de proveedor
- Pagos empleados

- Otros egresos (Morales, 2010, p. 28).

Estos documentos es recomendable usarlos cuando se quiere realizar un pago al proveedor, pago al empleado o realizar algún otro egreso. Este tipo de documentos cuenta con el llenado de información similar entre cada de uno de ellos.

7.2.1. Mantenimiento vial

Las carreteras son el motor de economía de un país, son el comercio y la movilidad de la población. Además, con el patrimonio de la sociedad y deben ser cómodas, confortables y seguras para el usuario.

El mantenimiento vial es el conjunto de actividades necesarias para conservar los componentes de una carretera en un aceptable estado de servicio. Esto implica, acometer niveles apropiados de intervención, dentro del plazo de duración de cada elemento, para recobrar sus características antes de tener que ser reemplazado (Boada, 2020, p. 33).

Ciclo de vida de una carretera

Figura 43

Ciclo de una carretera sin mantenimiento

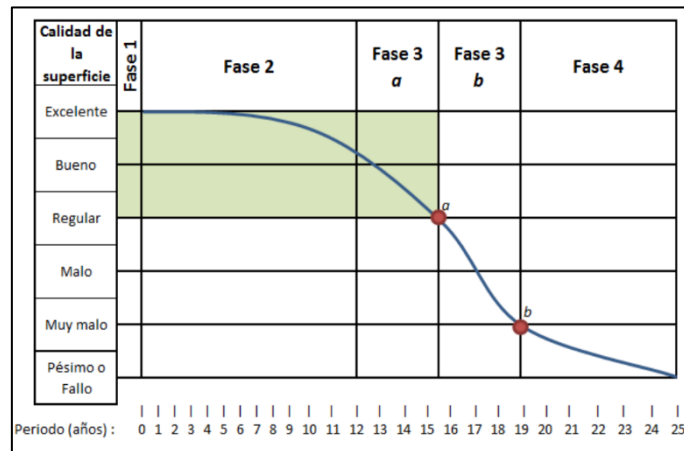


Nota. Representación ciclo de una carretera sin mantenimiento. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

Además, el ciclo de vida de una carretera posee varias fases:

Figura 44

Fases del ciclo de una carretera sin mantenimiento



Nota. Representación ciclo de una carretera sin mantenimiento. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

En el gráfico anterior La Fase 1: pertenece a la construcción o reconstrucción, Fase 2: deterioro lento y poco visible, Fase 3: Deterioro acelerado y quiebre, Fase 4: Descomposición total.

El punto “a”: es el punto crítico de intervención, el cual representa el 75% de la vida útil. Por cada dólar invertido en mantenimiento, equivaldrá a 5 o 6 gastados en el punto “b”, el cual representa el 12% de la vida útil.

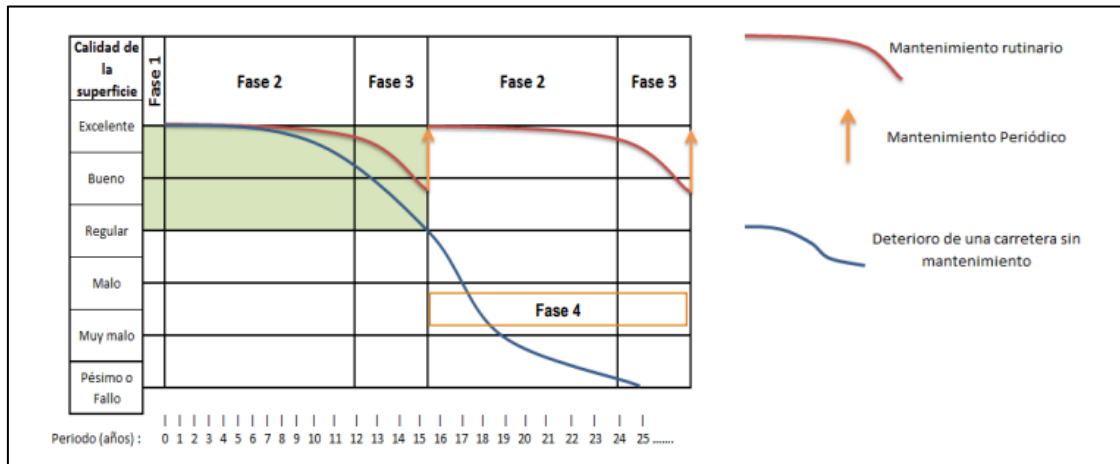
Por otro lado, existen diferentes tipos de mantenimientos y sus niveles de interacción, que deben ser tomados en consideración a futuro, una vez que la vía requiera mantenimiento, estos son:

- Mantenimiento Rutinario: localizada, pequeña, regular, varias veces al año. (ordinaria)
- Mantenimiento Periódico: mayor nivel de intervención, cada cierto número de años. (ordinaria)
- Rehabilitación: reparación selectiva y refuerzo. Al no existir mantenimiento adecuado/ fin de vida útil. (extraordinaria)
- Mejoramiento: mejoras al camino, aumento de capacidad velocidad seguridad.

- Reparaciones emergentes: convertirlas en transitables, desastres naturales o mal estado (Boada, 2020, p. 35).

Figura 45

Fases del ciclo de una carretera con mantenimiento



Nota. Representación fase de ciclo de una carretera con mantenimiento. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

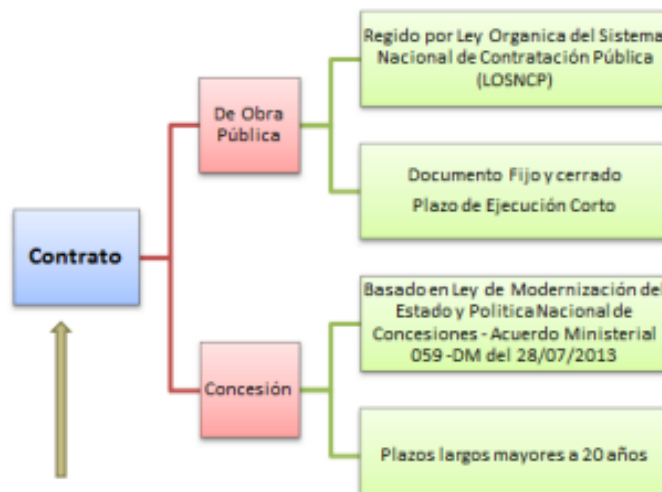
Aspectos legales- Administrativos

Se otorga competencias en el mantenimiento de carreteras a organismos regionales, provinciales o locales.

La administración es la encargada tradicional de la conservación y mantenimiento de las infraestructuras.

Figura 46

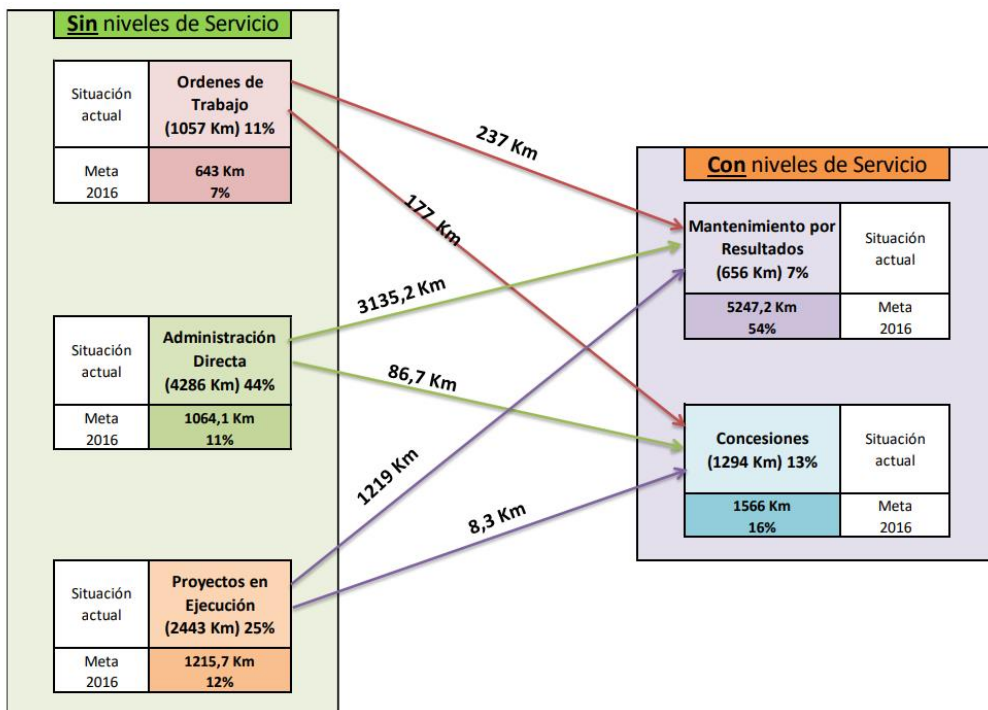
Política de mantenimiento vial MTOP 2015



Nota. Representación de las políticas de mantenimiento. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

Figura 47

Esquema de migración a mantenimiento por niveles de servicio



Nota. Representación de los esquemas de migración a mantenimiento por niveles de servicio. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

Figura 48

Actividades y gestión de mantenimiento vial



Nota. Representación actividades y gestión del mantenimiento vial. Fuente: Mantenimiento Vial, Boada, 2020.

Además, el sistema de Gestión de Pavimentos debe realizar lo siguiente:

- Inventario
- Evaluación de estado
- Estrategias de rehabilitación
- Establecimiento de las necesidades de la red
- Priorización
- Programa de obras
- Presupuesto
- Ejecución de Plan de Obras
- Retroalimentación

Para incrementar la vida útil del pavimento, es necesario realizar constantes mantenimientos que permitan conservar en buen estado las vías y carreteras tanto para el peatón como para los vehículos que por ella transitan. A continuación, se detallan los

costos estimados generados por dicho mantenimiento a lo largo del periodo de vida útil del pavimento (20 años):

Tabla 24

Mantenimiento vial - Primer año de operación

Mantenimiento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Limpieza de calzada	m ²	\$ 0,55	1800	\$ 990,00
Total				\$ 990,00

Nota. Se presenta el mantenimiento vial – Primer año de operación. Elaborado por: El Autor.

Tabla 25

Mantenimiento Vial - Tercer año de operación

Mantenimiento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Limpieza de calzada	m ²	\$ 0,55	1800	\$ 990,00
Total				\$ 990,00

Nota. Se presenta el mantenimiento vial – tercer año de operación. Elaborado por: El Autor.

Tabla 26

Mantenimiento Vial – Quinto año de operación

Mantenimiento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Limpieza de calzada	m ²	\$ 0,55	1800	\$ 990,00
Reparación de señales	u	\$ 6,60	12	\$ 79,20
Pintura de líneas	ml	\$ 4,72	3600	\$ 16.992,00
Total				\$ 18.061,20

Nota. Se presenta el mantenimiento vial – quinto año de operación. Elaborado por: El Autor.

Tabla 27

Mantenimiento vial – Décimo año de operación

Mantenimiento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Limpieza de calzada	m ²	\$ 0,55	10800	\$ 5.940,00
Total				\$ 5.940,00

Nota. Se presenta el mantenimiento vial – décimo año de operación. Elaborado por: El Autor.

A pesar de que los valores de mantenimiento vial se mantienen durante todo el periodo de diseño, hasta alcanzar los 20 años de periodo de diseño del pavimento, se encuentran sujetos a los precios fluctuantes de los materiales y la materia prima del mercado.

Tabla 28

Resumen de costos mantenimiento vial años 1 – 10

Mantenimiento vial	
Periodo	Costo
Año 1	\$ 990,00
Año 3	\$ 990,00
Año 5	\$ 18.061,20
Año 10	\$ 5.940,00

Nota. Se presenta el resumen de costos del mantenimiento vial año 1 -10. Elaborado por: El Autor.

7.2.2. Costos de Construcción

Figura 49

Cálculo del volumen de corte y relleno (m³)

DISTANCIA DE ACARREO	ABSCISAS	Volumen de relleno parcial (m ³)	Volumen de corte parcial (m ³)	Volúmen Acumulado Relleno (m ³)	Volúmen Acumulado Corte (m ³)	Volumen de acarreo (m ³)	Número de Volquetas
1.6+00+0	0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.6+50+0	0+050	32.25	227.32	32.25	227.32	195.07	28
1.7+00+0	0+100	167.83	0.00	348.68	227.32	-167.83	24
1.7+50+0	0+150	102.91	102.27	451.59	329.58	-0.64	0
1.8+00+0	0+200	1.03	30.37	452.63	438.66	29.34	4
1.8+50+0	0+250	60.10	5.91	521.73	444.57	-54.19	8
1.9+00+0	0+300	52.49	0.00	638.49	444.57	-52.49	7
1.9+50+0	0+350	43.70	30.83	682.19	475.40	-12.87	2
2.0+00+0	0+400	0.29	114.85	682.48	590.25	114.56	16
2.0+50+0	0+450	0.00	165.49	682.48	755.74	165.49	24
2.1+00+0	0+500	0.00	174.73	682.48	930.48	174.73	25
2.1+50+0	0+550	0.00	268.59	682.48	1199.07	268.59	38
2.2+00+0	0+600	0.00	431.96	682.48	1631.03	431.96	62
2.2+50+0	0+650	0.01	573.27	682.49	2204.30	573.26	82
2.3+00+0	0+700	0.01	587.00	682.50	2791.30	586.99	84
2.3+50+0	0+750	0.02	552.90	682.51	3344.20	552.88	79
2.4+00+0	0+800	0.02	229.34	682.55	3862.66	229.32	33
2.4+50+0	0+850	38.45	109.74	721.53	4103.13	71.29	10
2.5+00+0	0+900	75.86	654.56	797.39	4757.78	578.70	83
2.5+50+0	0+950	9.88	941.48	807.27	5699.27	931.60	133
2.6+00+0	1+000	46.01	78.23	861.03	6057.52	32.22	5
2.6+50+0	1+050	247.00	2.55	1108.03	6060.06	-244.45	-35
2.7+00+0	1+100	174.93	507.30	1282.96	6567.37	332.37	47
2.7+50+0	1+150	13.68	733.31	1303.83	7950.81	719.63	103
2.8+00+0	1+200	27.35	2202.11	1331.18	10152.92	2174.76	311
2.8+50+0	1+250	0.00	2752.69	1331.18	12905.61	2752.69	393
2.9+00+0	1+300	0.00	2126.22	1331.18	15031.83	2126.22	304
2.9+50+0	1+350	0.00	1093.26	1331.18	17128.58	1093.26	156
3.0+00+0	1+400	0.00	2130.74	1331.18	19259.32	2130.74	304
3.0+50+0	1+450	87.71	1648.41	1418.89	20907.73	1560.70	223
3.1+00+0	1+500	125.01	833.67	1543.90	21741.40	708.66	101
3.1+50+0	1+550	11.48	56.09	1576.57	21963.90	44.61	6
3.2+00+0	1+600	149.11	2.15	1784.78	21973.22	-146.96	-21
3.2+50+0	1+650	200.52	42.13	1985.29	22015.35	-158.39	-23
3.3+00+0	1+700	2.11	185.17	1987.40	22200.52	183.06	26
3.3+50+0	1+750	1.16	167.72	1988.56	22368.25	166.56	24
3.4+00+0	1+800	1.33	46.91	1989.89	22415.16	45.58	7
Total=						18137.02	

Nota. Representación cálculo del volumen de corte y relleno. Elaborado por: El Autor.

Figura 50*Cálculo de volumen de acarreo y sobre acarreo (m³)*

Acarreo Libre (m3)	Sobre Acarreo (m3)	Distancia Sobre Acarreo (km)	Sobre Acarreo (m3*Km)
0.00	0.00	0.00	0.00
195.07			
-167.83			
-0.64			
29.34			
-54.19			
-52.49			
-12.87			
114.56			
165.49			
174.73	391.17	0.00	
	268.59	0.05	32.99
	431.96	0.10	43.20
	573.26	0.15	85.99
	586.99	0.20	117.40
	552.88	0.25	138.22
	229.32	0.30	68.80
	71.29	0.35	24.95
	578.70	0.40	231.48
	931.60	0.45	419.22
	32.22	0.50	16.11
-244.45		0.55	
332.37	87.92	0.60	52.75
	719.63	0.65	467.76
	2174.76	0.70	1522.33
	2752.69	0.75	2064.52
	2126.22	0.80	1700.98
	1093.26	0.85	929.27
	2130.74	0.90	1917.67
	1560.70	0.95	1482.67
	708.66	1.00	708.66
	44.61	1.05	46.84
-146.96		1.10	
-158.39		1.15	
183.06		1.20	
166.56	44.27	1.25	55.34
	45.58	1.30	59.25
Total=	18137.02		12186.38

Nota. Representación cálculo del volumen de acarreo y sobre. Elaborado por: El Autor.

Figura 51

Presupuesto general referencial de la obra

PRESUPUESTO VIA QUITO - LOMA					
Replanteo y Nivelación					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Replanteo y nivelación con equipotopográfico (eje, laterales, referencias)	km	1,8	\$ 1.050,42	\$ 1.890,76	Distancia total de la vía a pavimentar
Total				\$ 1.890,76	
Obras existentes					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Acabado de la obra básica existente	m2	12060	\$ 0,82	\$ 9.889,20	10% del área total de construcción
Total				\$ 9.889,20	
Movimiento de tierras					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Corte en material suelto (excavación sin clasificar con excavadora)	m3	22415,16	\$ 3,43	\$ 76.884,00	Volumen acumulado de corte
Relleno con material excedente de corte (c/excavadora, c/rellenos eq.Liv.)	m3	1989,89	\$ 6,34	\$ 12.615,90	Volumen acumulado de relleno
Total				\$ 89.499,90	1,8*6,7 m
Transporte					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Transporte material suelto D>500M	m3/km	12186,38	\$ 0,35	\$ 4.265,23	Material excedente de corte
Total				\$ 4.265,23	
Pavimento y obra vial					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Sub base clase III	m3	2412	\$ 17,96	\$ 43.319,52	20 cm * ancho * largo vía
Base clase III	m3	1809	\$ 18,53	\$ 33.520,77	15 cm * ancho* largo vía
Total				\$ 76.840,29	
Señalización					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Marcas de pavimento (bordillo continua acrílica a=30cm)	km	3,6	\$ 925,65	\$ 3.332,34	a = 30 cm
Marcas de pavimento (continua acrílica a=12cm)	km	3,6	\$ 461,75	\$ 1.662,30	a = 12 cm
Marcas de pavimento (segmentada acrílica a =12 cm)	km	0,45	\$ 370,26	\$ 166,62	a = 12 cm
Marcas sobresalidas de pavimento (tachas bidireccionales)	u	150	\$ 7,33	\$ 1.099,50	
Marcas sobresalidas de pavimento (tachas unidireccionales)	u	300	\$ 7,33	\$ 2.199,00	
Señal vertical regulatoria 0,75*0,75 m (blanco rojo)	u	2	\$ 175,17	\$ 350,34	
Señal vertical regulatoria 0,75*0,75 m (blanco octagonal)	u	5	\$ 175,17	\$ 875,85	
Señal vertical preventiva 0,75*0,75 m (amarillo negro)	u	3	\$ 175,17	\$ 525,51	
Señal vertical informativa 1,80*0,60 m	u	1	\$ 375,61	\$ 375,61	
Afiches informativos (inc.distribución)	u	100	\$ 0,90	\$ 90,00	
Señal vertical informativa ambiental 1,20*0,60 m (verde blanca)	u	1	\$ 231,50	\$ 231,50	
Total				\$ 10.908,57	
Complementarias					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Charla de concientización	u	1	\$ 202,11	\$ 202,11	
Agua para control de polvo	m3	251,77	\$ 4,62	\$ 1.163,18	
Conos reflectivos	u	5	\$ 37,30	\$ 186,50	
Cinta plástica, leyenda de peligro	m	275	\$ 0,22	\$ 60,50	
Total				\$ 1.612,29	
Residencia de obra					
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	Observaciones
Residencia de obra	mes	3	\$ 600,00	\$ 1.800,00	3 meses = 90 días
Total				\$ 1.800,00	

Subtotal	\$ 196.706,23
Indirectos 20%	\$ 39.341,25
Fiscalización 6%	\$ 11.802,37
Total	\$ 247.849,86

Nota. Representación presupuesto general referencial de la obra. Elaborado por: El Autor.

6.3. Evaluación Económica y/o financiera (indicadores financieros)

7.2.3. Valor actual neto (Van)

Es uno de los indicadores financieros para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión, más conocidos y utilizados. Se determina mediante la actualización de los flujos de gastos e ingresos futuros del proyecto, menos la inversión inicial. Si el resultado de esta operación es positivo, es decir, si refleja ganancia se puede decir que el proyecto es viable (Morales, 2010, p. 40).

$$VAN = \text{Beneficio Neto Actualizado (BNA)} - \text{Inversión Inicial (I}_0)$$

Tabla 29

Cálculo de VAN para el proyecto de rediseño de vía San Francisco de Oyacoto

PERIODO	MES 1	MES 2	MES 3
Inversión Inicial	\$ 247.849,86		
Costos Directos	0 \$ 97.868,18	\$ 87.778,60	\$ 11.508,57
Costos Indirectos	0 \$ 3.934,12	\$ 23.604,75	\$ 11.802,37
Fiscalización	\$ 4.720,95	\$ 4.720,95	\$ 2.360,47
Flujo	\$-247.849,86	\$106.523,25	\$116.104,30
Flujo acumulado	\$-247.849,86	\$106.523,25	\$222.627,55

COK	10%
VAN	\$219.529,86

Nota. Se presenta el cálculo de VAN para el proyecto de rediseño. Elaborado por: El Autor.

7.2.4. Tasa interna de retorno (TIR)

TIR o Tasa Interna de Retorno es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión más recomendables. Se utiliza frecuentemente para analizar la viabilidad de un proyecto y determinar la tasa de beneficio o rentabilidad que se puede obtener de dicha inversión. Estrechamente ligado al VAN, el TIR también es definido como el valor de la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, para un determinado proyecto de inversión. Su resultado viene expresado en valor porcentual. Es sumamente confiable cuando la empresa quiere determinar la rentabilidad y viabilidad de un proyecto de inversión. El TIR utiliza el flujo de caja neto proyectado y el monto de la inversión del proyecto (Morales, 2010, p. 42).

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

- Fn: es el flujo de caja en el periodo n
- N es el número de períodos
- L es el valor de la inversión inicial

Tabla 30

Cálculo de TIR para el proyecto de rediseño de vía San Francisco de Oyacoto

PERIODO		MES 1	MES 2	MES 3
Inversión Inicial	\$ 247.849,86			
Costos Directos	0	\$ 97.868,18	\$ 87.778,60	\$ 11.508,57
Costos Indirectos	0	\$ 3.934,12	\$ 23.604,75	\$ 11.802,37
Fiscalización		\$ 4.720,95	\$ 4.720,95	\$ 2.360,47
Flujo	\$-247.849,86	\$106.523,25	\$116.104,30	\$ 25.671,42
Flujo acumulado	\$-247.849,86	\$106.523,25	\$222.627,55	\$248.298,97
			COK	10%
			TIR	49%

Nota. Se presenta el cálculo de TIR para el proyecto de rediseño de vía San Francisco de Oyacoto. Elaborado por: El Autor.

7.2.5. Análisis del beneficio-costo B/C

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana (Cassana, 2016, p. 27).

Por lo tanto, el análisis costo – beneficio de este proyecto consiste en identificar la relación que existe entre los costos asociados a la ejecución y puesta en marcha del proyecto de construcción de la vía San Francisco de Oyacoto que implican una gran inversión en infraestructura y mantenimiento y los beneficios que la implementación de este proyecto supone para la comunidad de San Francisco de Oyacoto, en este caso la reducción del tiempo de viaje y las mejoras en la calidad de vida de los habitantes.

Los indicadores de rentabilidad económica del proyecto que determinan la viabilidad del proyecto son el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). De acuerdo con para que un proyecto sea rentable se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El VAN debe ser superior a 0.
- El TIR debe ser superior al 3%.

De este modo, dado que se obtuvo para el valor del VAN un total de 219.529,86 \$ y un valor del TIR de 49%, se logra concluir que el proyecto es económicamente viable.

Adicionalmente, entre los beneficios que genera la construcción de la vía San Francisco de Oyacoto, se tiene:

- Beneficios en la operación y mantenimiento de vehículos.
- Reducción del tiempo de movilización de los usuarios.
- Disminución del desgaste de neumáticos de los vehículos.
- Incremento del acceso a la población de San Francisco de Oyacoto.
- Incremento del turismo y la actividad económica en el sector.

Tabla 31

Comparación tiempo de viaje antes del proyecto y después del proyecto del rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto

Parámetro	Unidad	Antes del proyecto	Después del proyecto
Longitud proyecto	km	3.6	1.8
Velocidad	km/h	10	25
Tiempo	min	21.6	4.32
Ahorro tiempo	min	17.28	

Nota. Se presenta la comparación tiempo de viaje antes del proyecto y después del proyecto del rediseño. Elaborado por: El Autor.

CONCLUSIONES

El estudio topográfico del tramo de vía a ser rediseñado generó una superficie de representado en una faja de la vía en el terreno que ha sido catalogado como ondulado con pendientes longitudinales naturales del 2% al 18%

De acuerdo con el estudio realizado, el tráfico promedio diario anual de la vía es de 305 vehículos para el año 2022, mientras que la predicción de tránsito para el año 2042 es de 510, lo que nos permitió clasificar a la vía en la clase III, al estar su TPDA en el límite de 300-1000 y dado que para un periodo de diseño de 20 años el valor de tráfico proyectado es de 510 vehículos/ día.

El rediseño geométrico de la vía cuya longitud es de 1.810 metros muestra una sección transversal de 7.40 metros. El ancho de calzada es de 6.7 metros y comprende dos carriles de 3 metros cada uno. Se consideró un sobrecancho de 40 cm. La pendiente transversal del 7% y el ancho de las cunetas de corte y relleno 15 cm cada una. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser 0.5% para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas y el escurrimiento del agua. Además del diseño geométrico se obtiene un incremento de velocidad de 30 km/h a 50-60 km/h lo que reduce el tiempo de traslado de los habitantes de la comunidad y de los transportistas que comunican los servicios y alimentos de una comunidad a otra.

El proyecto vial de rediseño de la vía San Francisco de Oyacoto presenta una tasa interna de retorno (TIR) del 49 % que comparado con la tasa mínima de aceptación nos permite concluir que el proyecto es económica y técnicamente factible.

El valor actual neto (VAN) es de \$219.529,86 positivo, gracias a que los flujos efectivos o ingresos proyectados a los 20 años del periodo de diseño de la vía logran cubrir el valor de la inversión inicial requerido para la ejecución del proyecto por lo que se determina que el proyecto es económicamente viable y rentable a largo plazo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios previos de estabilidad de taludes de la zona, para conocer con certeza el material que compone los taludes y proporcionar el mejor método para las actividades de corte y relleno de los mismos. Esto permitirá conocer si es necesario tomar en cuenta actividades de estabilidad de taludes que no pongan en riesgo las vidas humanas de los trabajadores ni perjudiquen a futuro el estado de la vía.

Se recomienda realizar un estudio hidrológico de la zona que permita conocer con mayor certeza la actividad hidrológica en el sector para obtener un dimensionamiento de las cunetas.

Se espera que los entes encargados de la ejecución del proyecto realicen campañas de socialización con la comunidad que permita dar a conocer los beneficios y requerimientos del mantenimiento y cuidado del proyecto a ejecutar. Adicionalmente es necesario que los entes públicos del cantón realicen actividades de educación vial en el cantón y fomenten el respeto de las señaléticas implantadas de modo que se concientice a la comunidad de una conducción responsable que contribuya a la disminución de accidentes de tránsito.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC): Ente rector de las estadísticas nacionales del Ecuador, responsable de generar la recopilación y visualización de datos económicos, ambientales y sociodemográficos del país para su uso en la toma de decisiones de política pública.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO): Como ente rector del sistema nacional de transporte intermodal, desarrolla, implementa y evalúa políticas, reglamentos, planes, programas y proyectos para garantizar una red de transporte segura y competitiva, minimizar el impacto ambiental y contribuir al desarrollo social y económico de la nación.

Flujo de tránsito: es la circulación o movimiento de personas y productos por una carretera por medio de un transporte.

Flujo de tránsito motorizado: se refiere a la circulación de personas y productos mediante un transporte motorizado, es decir vehículo con motor, como, por ejemplo: camión, autobús, automóvil por una carretera.

Monitoreo de flujo de tránsito: es la observación y registro del comportamiento y características del flujo de tránsito.

Volumen vehicular: se define como el parámetro respecto al flujo de tránsito el cual determina la cantidad de vehículos que pasan por la carretera en un período de tiempo sea una hora, día, semana, mes o año.

Tránsito diario: se refiere al volumen de vehículos que se registró al día.

Estación de conteo: se refiere al lugar en el cual está ubicado el contador de vehículos, sean manuales o automatizados por medio del cual se registra el volumen vehicular entre otras características del flujo de tránsito.

Estación maestra: se la denomina como estación permanente, en la cual están ubicados los contadores automatizados de vehículos. Los datos son recolectados las 24 horas durante el año (365 días).

Tránsito diario promedio anual (TDPA): Se refiere al número de vehículos determinado por el promedio de todos los flujos diarios anuales.

Tránsito diario promedio mensual (TDPM): Se refiere al flujo vehicular que determina el promedio de todos los flujos diarios en un mes.

Tránsito diario promedio semanal (TDPS): Se refiere al flujo de vehículos que determina el promedio de todos los flujos diarios en una semana.

Tránsito diario promedio (TDA): referente al volumen de vehículos que determina los volúmenes diarios en un día o más.

Clasificación vehicular: determina las categorías de los vehículos. Dentro de esta clasificación se incluyen criterios como: el uso, números de ejes y llantas, longitud de vehículos, peso, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA







- Acosta, R. y Freire, C. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo KM 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Digital UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30683>.
- Agudelo Ospina, J. (2002). *Diseño geométrico de vías*. Medellín.
- Almeida, V. y Gutiérrez, J. (2017). *Rediseño del trazado vial, diseño de la estructura de pavimento y manual de mantenimiento y operación para los sectores El Rosario – El Guasmo del cantón Quero, provincia de Tungurahua* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio- UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25955>.
- Alvarado, W. y Martínez, L. (2017). *Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wíash según criterios de seguridad y economía* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Renati.Senedu <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2521921>.
- Bernardo, C., Carbajal, Y., y Contreras, V. (2019). *Metodología de la investigación- Manual del estudiante*. Universidad San Martín de Porres. <https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2019- I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf>.
- Betancourt, L. (2014). *Elaboración de un manual que sirva como guía para realizar la señalización vertical vial de cruces de línea férrea* [Tesis de maestría, Universidad Católica el Ecuador]. Repositorio-PUCE. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7910>.
- Boada, G. (2020). Diseño de pavimentos [6-92]. SCRIBD. [Mantenimiento Vial 2020 | PDF | Transporte por carretera | Naturaleza \(scribd.com\)](#)
- Camacho, F., García, A., y Pérez, A. (2012, 27 de julio). *Introducción al diseño geométrico de carreteras: concepción y planteamiento*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/16911>.

- Carrión, A. (2007). Gestión del crecimiento suburbano: Cambios en el uso del suelo y el mercado del suelo, en el área de influencia del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, Ecuador. *Lincoln Institute of Land Policy*, 1-25. <https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/carrion-wp09ac1sp.pdf>
- Cassana Torres, V. G. (2016). *Análisis y evaluación del mantenimiento para la conservación vial de la capa de rodadura de la vía interdistrital Ascope-Casa Grande, aplicando el modelo HDM-4*. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2531>
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: ECOE.
- Chiquito, P. (2013, marzo). Estudio de factibilidad y diseños definitivos de la vía Laurel-Junquillal con una longitud de 10,30 Km. https://www.academia.edu/35191104/ESTUDIOS_DE_FACTIBILIDAD_Y_DISE%C3%91OS_DEFINITIVOS_DE_LA_VIA_LAUREL_JUNQUILLAL_CON_UNA_LONGITUD_DE_10_30_KM_EN_EL_CANTON_SALITRE_DE_LA_PROVINCIA_DEL_GUAYAS.
- Cohen, N. y Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué? La producción de los datos y los diseños*. Teseo. <https://www.editorialteseo.com/archivos/16335/metodologia-de-la-investigacion-para-que/>.
- CORASCO. (2008). *Manual para la revisión de estudios topográficos*. Nicaragua.
- Corporación Andina de Fomento. (2010). *Mantenimiento vial*. CAF.
- Cortez, L. y Escudero, C. (2017). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodosCualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>.
- Ecomexico. (s.f.). *Generalidades de topografía*.
- El estado vial de Quito, un problema recurrente (2018). *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/opinion/editorial/vias-quito-editorial-opinion.html>.
- García, A. y Parrado, A. (2018). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá*







- [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. RIUCaC. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15217?mode=full>.
- Gómez, E. (2018). *Diseño geométrico y estudios de las vías urbanas: Hayuelos, Toyota y Seminario de Tunja* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio-UPTC. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3089>.
- Instituto Nacional de Estadística [INEC]. (2010). *Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990 por sexo, según parroquias*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/parroquias/>.
- Hernández, S., & Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 2.
- INEN. (2010). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal*. . QUITO.
- Jiménez, E., Navarro, E., Rappoport, S. y Thoillez, B. (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. Universidad Internacional de la Rioja, S.A. https://www.unir.net/wp-content/uploads/2017/04/Investigacion_innovacion.pdf.
- León, M. (s.f.). *Taquimetría*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Lozada, J. (2018). *Diseño vial y comparación técnico económica entre pavimento flexible (asfáltico) y pavimento semiflexible (adoquinado) para la urbanización los pinos ubicada en la parroquia Cutuglahua cantón Mejía provincia Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador] Repositorio Digital UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15224>.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2020, abril). *Estado de las vías de transporte*. <https://www.obraspublicas.gob.ec/mapa-estado-de-carreteras-ecuador/>.
- Mora Aguilar, T. V. (2017). *Vulnerabilidad social frente amenazas sísmicas en la parroquia Calderón (Bachelor's thesis, PUCE)*. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13235/VULNERABILIDAD%20SOCIAL%20FRENTE%20AMENAZAS%20S%c3%8dSMICAS%20EN%20LA%20PARROQUIA%20CALDER%c3%93N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morales, P. (2020). *Propuesta de un diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en la comunidad de Calpaquí perteneciente a la provincia de Imbabura* [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito] Repositorio Digital USFQ. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9219>.
- Morales Velásquez, B. L. (2010). Evaluación económica financiera del proyecto de inversión “Tienda Villamil” en la provincia de Pinar Del Río. Unidad Académica de Ciencias Administrativas y Humanísticas. UTC-Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río. 87 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/266/1/T-UTC-O122.pdf>
- Moscote, J. (2020, 22 de mayo). *Diseño geométrico de carreteras*. [Página de inicio]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/dise%C3%B1o-geométrico-de-carreteras-jorge-arturo-moscote-solano/?originalSubdomain=es>.
- MOPT. (2013). *Reglamento sobre el manejo, normalización y responsabilidad para la inversión pública en la red vial cantonal*. Costa Rica: SCIJ.
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito.
- Roberto, M. (2012). *Metodología de la investigación*. Obtenido de http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Rodríguez, J. (2015). *Estudio y diseño del sistema vial de la "Comuna San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural del Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador] Repositorio Digital UIDE. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2156>.
- Román Rodríguez, M. E. (2016). *Evaluación económica y ambientales del un proyectos de inversión pública, para la toma de decisiones* (Master's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14958/1/Estudio%20de%20Caso%200Ec.%20Rom%c3%a1n2.2%20REVISOR2%202.pdf>
- Santamaría, J., & Sanz, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. La Rioja: Universidad de la Rioja.
- Agudelo Ospina, J. (2002). *Diseño geométrico de vías*. Medellín.







- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: ECOE.
- CORASCO. (2008). *Manual para la revisión de estudios topográficos*. Nicaragua.
- Corporación Andina de Fomento. (2010). *Mantenimiento vial*. CAF.
- Ecomexico. (s.f.). *Generalidades de topografía*.
- Gonzalez, P. (2015). *Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas*. Cartagena: Universidad politecnica de Cartagena.
- Hernández, S., & Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 2.
- INEN. (2010). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal*. . QUITO.
- León, M. (s.f.). *Taquimetría*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- MOPT. (2013). *Reglamento sobre el manejo, normalización y responsabilidad para la inversión pública en la red vial cantonal*. Costa Rica: SCIJ.
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Quito.
- Roberto, M. (2012). *Metodología de la investigación*. Obtenido de http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Santamaría, J., & Sanz, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. La Rioja: Universidad de la Rioja.
- Tamayo, C., & Silva, I. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos* . Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/22.pdf>
- Universidad Politécnica de Madrid. (2014). *Altimetría de obras*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Aforador:	Lenin Loacha mán	Fecha:	29 / 03 / 2022	Clima matutino:	Despejado	Clima vespertino:	Despejado
Estación:	1	Sentido conteo:	de vuelta	Camión de dos ejes pequeño		Camión de 2 ejes mediano	
vehículos	livianos	Buses		Camión de 3 ejes		Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	<input checked="" type="checkbox"/> L			L			
8:00-9:00	<input checked="" type="checkbox"/> □			L			
9:00-10:00	L						1
10:00-11:00	□						
11:00-12:00	<input checked="" type="checkbox"/>			2			1
12:00-13:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> L			L			
13:00-14:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>						L
14:00-15:00	<input checked="" type="checkbox"/> L			L			
15:00-16:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1			1			
16:00-17:00	<input checked="" type="checkbox"/> L			1			
17:00-18:00	<input checked="" type="checkbox"/> L						
18:00-19:00	<input checked="" type="checkbox"/> L			1			






Observaciones:

Atorador:	Lenin Loachamín	Fecha:	30/03/2022				
Estación:	1	Sentido conteo:	de vuelta				
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		1				
8:00-9:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1						
9:00-10:00	<input checked="" type="checkbox"/>		1				
10:00-11:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1						
11:00-12:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1		1				
12:00-13:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
13:00-14:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					1	
14:00-15:00	<input type="checkbox"/>		1				
15:00-16:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1						
16:00-17:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
17:00-18:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1		1				
18:00-19:00	<input checked="" type="checkbox"/>		1				







Observaciones:

Aforador:	Leñin Loandromir	Fecha:	31/03/2022	Clima matutino:	despejado	Volqueta de 2 ejes	
Estación:	4	Sentido conteo:	avanzado	Clima Vespertino:	nublado		
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	<input checked="" type="checkbox"/>		L				
8:00-9:00	<input checked="" type="checkbox"/> L						
9:00-10:00	<input type="checkbox"/>		I				
10:00-11:00	L						
11:00-12:00	<input checked="" type="checkbox"/>		H				I
12:00-13:00	<input checked="" type="checkbox"/> I		L				
13:00-14:00	<input checked="" type="checkbox"/> I L		L				
14:00-15:00	<input checked="" type="checkbox"/> I		I				
15:00-16:00	<input checked="" type="checkbox"/>		L				
16:00-17:00	<input checked="" type="checkbox"/> I		I				
17:00-18:00	<input checked="" type="checkbox"/> I		L				
18:00-19:00	<input checked="" type="checkbox"/> I						








Observaciones:

Aforador:	Lenin Loachamin	Fecha:	1/04/2022	Clima matutino:	despejado		
Estación:	J	Buses	Sentido conteo: derecho	Clima Vespertino:	despejado	Volqueta de 2 ejes	
Vehiculos	Livianos	Camión de dos ejes pequeño		Camión de 2 ejes mediano			
hora		Camión de 3 ejes					
7:00-8:00	<input type="checkbox"/>		1				
8:00-9:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
9:00-10:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1						
10:00-11:00	<input type="checkbox"/> 1		1				
11:00-12:00	<input checked="" type="checkbox"/>						
12:00-13:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
13:00-14:00	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
14:00-15:00	<input type="checkbox"/> 1						
15:00-16:00	<input checked="" type="checkbox"/>		1				
16:00-17:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1		1				
17:00-18:00	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		1				
18:00-19:00	<input type="checkbox"/>		1				







Observaciones:

Aforador:	Lenin Loachamin	Fecha: 2/09/2022			Clima matutino: Despejado	
Estación:	↓	Sentido conteo: derecho			Clima Vespertino: Despejado	
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes
hora						
7:00-8:00	□					
8:00-9:00	□					
9:00-10:00	☒		L			
10:00-11:00	☒ Γ		□			Γ
11:00-12:00	□					□
12:00-13:00	☒ □					
13:00-14:00	☒ ☒		Γ			
14:00-15:00	□					
15:00-16:00	□ Γ					
16:00-17:00	□		□			
17:00-18:00	□		.			
18:00-19:00	□					







Observaciones:

Aforador:	Lenin Loachamin	Fecha:	3/04/2022	Clima matutino:	Despejado	Volqueta de 2 ejes	
Estación:	1	Sentido conteo:	de arriba	Clima Vespertino:	Despejado		
Vehiculos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	07						
8:00-9:00	11111						
9:00-10:00	07		7				1
10:00-11:00	0111						
11:00-12:00	7						
12:00-13:00	011		1				
13:00-14:00	0000						
14:00-15:00	11111						1
15:00-16:00	00		0				
16:00-17:00	0		7				
17:00-18:00	000						
18:00-19:00	110		1				







Observaciones:

Aforador:	Lenin Loachamín	Fecha: 4/04/2022				Clima matutino: despejado
Estación:	↓	Sentido conteo: de vuelta				Clima Vespertino: despejado
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes
hora						
7:00-8:00	☒					
8:00-9:00	☒π		☐			
9:00-10:00	☒1		☒			1
10:00-11:00	☐☐		π			
11:00-12:00	☒☐		1			1
12:00-13:00	☐☐					
13:00-14:00	☒☒π					
14:00-15:00	☐☐☐		1			1
15:00-16:00	☐1	1	☐			
16:00-17:00	☒1		☐			
17:00-18:00	☒11					
18:00-19:00	☒π					







Observaciones: _____

Aforador:	Denis Loachmukh	Fecha:	29/03/2022										
Estación:	Z	Buses		Camión de dos ejes pequeño		Camión de 2 ejes mediano		Clima matutino: 05 grados		Camión de 3 ejes		Volqueta de 2 ejes	
Vehiculos	Livianos												
hora													
7:00-8:00	7			1									
8:00-9:00	0												
9:00-10:00	7			1									
10:00-11:00				7									
11:00-12:00	01			7									
12:00-13:00	7												
13:00-14:00	0			0									
14:00-15:00	0C												
15:00-16:00	01			1									
16:00-17:00	01												
17:00-18:00	C			1									
18:00-19:00	0												







Observaciones:

Aforador:	Denis Leachamín	Fecha:	30/03/2022	Clima matutino: Despejado		Clima vespertino: Despejado	
Estación:	2	Sentido conteo:	129x solo	Camión de 2 ejes mediano		Volqueta de 2 ejes	
vehículos	livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	<input type="checkbox"/>		1				
8:00-9:00	<input type="checkbox"/>						
9:00-10:00	<input type="checkbox"/>						
10:00-11:00	<input type="checkbox"/>		1				
11:00-12:00	<input checked="" type="checkbox"/>		1			1	
12:00-13:00	1		1				
13:00-14:00	<input checked="" type="checkbox"/> 1		1				
14:00-15:00	<input type="checkbox"/>					1	
15:00-16:00	<input type="checkbox"/>						
16:00-17:00	<input type="checkbox"/>						
17:00-18:00	<input type="checkbox"/>		1				
18:00-19:00	1						







Observaciones:

Aforador:	Denis Leandramín	Fecha:	31/03/2022				
Estación:	2	Sentido conteo:	124 sentido				
vehiculos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	7		1				
8:00-9:00	01						
9:00-10:00	0		1			1	
10:00-11:00	1		1				
11:00-12:00	7					1	
12:00-13:00	0		1			1	
13:00-14:00	011		1			1	
14:00-15:00	01		1				
15:00-16:00	111					1	
16:00-17:00	01		1				
17:00-18:00	0		1				
18:00-19:00	0						









Observaciones:

Aforador:	Denis Lachamain	Fecha:	11/09/2022	Sentido conteo: Izquierda									
Estación:	2	Buses		Camión de dos ejes pequeño		Camión de 2 ejes mediano		Clima matutino: de regreso		Clima Vespertino: de regreso		Volqueta de 2 ejes	
Veiculos	Livianos												
hora													
7:00-8:00	□ 1		1										
8:00-9:00	└		└										
9:00-10:00	□		1										
10:00-11:00	□ 1		└										
11:00-12:00	□												
12:00-13:00	□ 1		└										
13:00-14:00	□ 1		1									1	
14:00-15:00	└												
15:00-16:00	□ 1												
16:00-17:00	□		1										
17:00-18:00	└												
18:00-19:00	□		1										







Observaciones:

Aforador:	Denis Leachamín	Fecha:	2/09/2022		Clima matutino:	Despejado
Estación:	Z	Sentido conteo:	Izquierda		Clima Vespertino:	Despejado
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes
hora						
7:00-8:00	Π					
8:00-9:00	┌					
9:00-10:00	┌		Π			
10:00-11:00	┌					
11:00-12:00	Π		┌			
12:00-13:00	┌					
13:00-14:00	□		□			
14:00-15:00	Π					
15:00-16:00	L					
16:00-17:00	┌					
17:00-18:00	┌		Π			
18:00-19:00	Π		┌			

Observaciones:

Aforador:	Denis Leachmann	Fecha:	3/09/2022	Clima matutino:	despejado	Clima vespertino:	despejado
Estación:	Z	Sentido conteo:	Lzquerda	Camión de 2 ejes mediano		Camión de 3 ejes	
Vehículos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes	
hora							
7:00-8:00	L		1				
8:00-9:00	L		0				
9:00-10:00	0		1				
10:00-11:00	L					1	
11:00-12:00	1		0				
12:00-13:00	L		L				
13:00-14:00	0 1		1			L	
14:00-15:00	1		1				
15:00-16:00	0					1	
16:00-17:00	0		1				
17:00-18:00	L						
18:00-19:00	1		1				

Observaciones:

Aforador:	Denis Loachamin	Fecha:	4/04/2022			Clima matutino:	despejado		
Estación:	2	Sentido conteo:	L2400000			Clima Vespertino:	despejado		
Vehiculos	Livianos	Buses	Camión de dos ejes pequeño	Camión de 2 ejes mediano	Camión de 3 ejes	Volqueta de 2 ejes			
hora									
7:00-8:00	□ 1								
8:00-9:00	□ 1 1								
9:00-10:00	□ 1								
10:00-11:00	☑ 1								
11:00-12:00	∩		∩						
12:00-13:00	□ ∩		∩						
13:00-14:00	□ 1								
14:00-15:00	□ 1		∩						
15:00-16:00	□								
16:00-17:00	□ ∩		□						
17:00-18:00	∩								
18:00-19:00									

Observaciones: