UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

SISTEMA DE EDUCACIÓN INTENSIVO DE PREGRADO

TESIS PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA VIAL DE LA "COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO" DE LA PARROQUIA RURAL DE EL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA

Proyecto de tesis como requisito previo a la obtención del Título Profesional Superior de Ingeniero Civil

Autor:

José Fernando Rodríguez Armas

Tutor:

Ing. Óscar Villacrés

Quito – Ecuador

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Óscar Villacrés.**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: **ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED VIAL DE LA "COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO" DE LA PARROQUIA RURAL DEL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA** del estudiante **José Fernando Rodríguez Armas**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, julio 08 de 2015

EL TUTOR

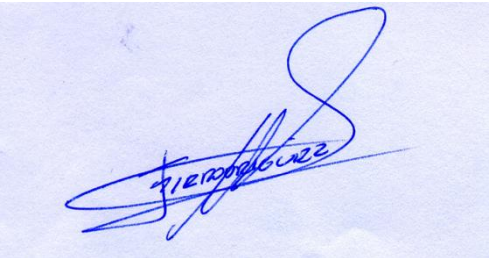
Ing. **Óscar Villacrés**

C.C. 1712489523

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, José Fernando Rodríguez Armas, declaro que el trabajo de investigación denominado: **ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED VIAL DE LA "COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO" DE LA PARROQUIA RURAL DEL QUINCHE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**, es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Quito, julio 08 de 2015



DEDICATORIA

Am mis amados padres por ser siempre el pilar fundamental de apoyo, comprensión y dedicación. A mi adorable esposa y tierna hija por ser la razón de mis ganas de superación y de alegría, A mis hermanas por darme siempre su apoyo incondicional en todo momento muchas gracias

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por ser la luz en mi camino y haberme permitido vivir hasta este día y cumplir una meta y un sueño de ser ingeniero, a mis padres por haberme guiado y ser mi apoyo a lo largo de mi vida, a mi amada esposa por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad, a mi hermosa hija que con su sonrisa me da la alegría para enfrentar la vida.

ÍNDICE

PÁGINA

CARÁTULA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FOTOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE CUADROS	xiii
INDICE DE FORMULAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
BIBLIOGRAFÍA	100

CAPÍTULO I

1.1	TEMA	1
1.2	INTRODUCCIÓN	1
1.3	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	1
1.4	IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4.1	JUSTIFICACIÓN SOCIAL	3
1.4.2	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	3
1.5	OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5.1	OBJETIVO GENERAL	3
1.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.6	SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	4
1.6.1	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	5
1.6.2	LÍMITES	5

1.6.3 DATOS IMPORTANTES 5
1.7 IDEA A DEFENDER 5
1.8 ALCANCE DEL PROYECTO 6

CAPÍTULO II

2.1 MARCO REFERENCIAL 7
2.1.1 RESEÑA HISTORIA DE LAS VÍAS 7
2.2 MARCO TEÓRICO 7
2.2.1 VÍAS 7
2.2.2 PAVIMENTOS 8
2.3 MARCO CONCEPTUAL 8
2.3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 8
2.3.2 ESTUDIO DE TRÁFICO 8
2.3.2.1 OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO DE TRÁFICO 9
2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS 9
2.4.1 TIPOS DE PAVIMENTOS 9
2.4.1.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES 9
2.4.1.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS 9
2.5 ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS 10
10
2.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO 10
2.5.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS 10
2.6 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER 11
2.6.1 VARIABLES INDEPENDIENTES 11
2.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES 11

CAPÍTULO III

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PROYECTO

ESTUDIO DE SUELOS

3.1 ANTECEDENTES 12
3.2 OBJETIVO 12

3.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS 12
3.4 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA 14
3.5 GEOMORFOLOGÍA 15
3.6 GEOLOGÍA 16
3.7 RIESGOS NATURALES 16
3.8 FORMACIONES GEOLÓGICAS Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES 18
3.9 TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO 19
3.9.1 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL 19
3.9.2 GRANULOMETRÍA 20
3.9.3 LÍMITE LÍQUIDO 20
3.9.4 LIMITE PLÁSTICO 20
3.9.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S 21
3.10 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (CBR) 23
3.11 MATERIALES PÉTREOS 25
ESTUDIO VIAL
3.12 ESTUDIO DEL TRÁFICO 28
3.12.1 ESTACIONES DE CONTEO 29
3.12.2 VEHÍCULO DEL PROYECTO 29
3.12.3 CONTEOS VOLUMÉTRICOS DE TRÁFICO 30
3.12.4 CALCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) 31
3.13 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN EL M.T.O.P 33
3.14 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS VÍAS DEL PROYECTO 34
3.14.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 34
3.15 CARACTERÍSTICAS PARA LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO 38

3.16 NORMAS DE DISEÑO 41
3.16.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 42
3.16.2 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN 45
3.16.3 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD 46
3.16.4 SECCIÓN TÍPICA ADOPTADA 44

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

	DISEÑO HORIZONTAL	48
4.1	DISEÑO DE TANGENTES	48
4.2	DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES	48
4.2.1	GRADO Y RADIO DE CURVATURA	49
4.3	PERALTE DE CURVAS	51
4.3.1	MAGNITUD DEL PERALTE	52
4.3.2	DESARROLLO DEL PERALTE	55
4.3.3	LONGITUD TANGENCIAL	56
4.3.4	TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA	56
4.3.5	LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS HORIZONTALES	57
4.3.6	RADIO MÍNIMO A PARTIR DEL CUAL NO SE REQUIERE CURVAS ESPIRALES	57
	DISEÑO VERTICAL	
4.4	ALINEAMIENTO VERTICAL	59
4.4.1	CRITERIOS GENERALES	59
4.4.2	GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS	60
4.4.3	LONGITUDES CRÍTICAS DE GRADIENTES PARA EL DISEÑO	61
4.4.4	CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS.	61
4.5	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	63
4.5.1	PAVIMENTOS FLEXIBLES	63
4.5.2	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	63
4.5.2.1	SUB-BASE	63
4.5.2.2	CAPA BASE	64
4.5.2.3	CONCRETO ASFÁLTICO	65

4.5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE 66
4.5.3.1 ÍNDICE DE SERVICIO 68
4.5.3.2 VALOR SOPORTE DE LA SUB-RASANTE (CBR) 68
4.5.3.3 ANÁLISIS DEL TPDA 69
4.5.3.4 CONFIABILIDAD (R) 69
4.5.3.5 DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (ZR) 70
4.5.3.6 ERROR ESTÁNDAR COMBINADO SO 70
4.5.3.7 VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO 71
4.5.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) 71
4.5.3.9 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO 71
4.5.3.9 ESPESOR DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA DE LA VÍA 78

CAPÍTULO V
SEÑALIZACIÓN Y PRESUPUESTO (APUS)

5. SEÑALIZACIÓN VIAL 80
5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL 80
5.1.1 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES 81
5.1.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS 82
5.1.3 SEÑALES VERTICALES BÁSICAS 84
5.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MARCAS VIALES 85
5.2.1 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES 86
5.2.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS 90
5.3 PRESUPUESTO REFERENCIAL ASFALTO Y ADOQUÍN 92
CONCLUSIONES 97
RECOMENDACIONES 98

ÍNDICES DE FOTOS, TABLAS - CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

ÍNDICE DE FOTOS

Ubicación del proyecto	4
Elementos de laboratorio	20
Toma de muestras CBR	24
Materiales pétreos	26
Ensayos de laboratorio	28
Posicionamiento geodésico satelital	37
Levantamiento topográfico	38
Doble línea continua	86
Doble línea mixta	87
Líneas de separación de Carriles	87
Líneas transversales	88
Símbolos y leyendas	89

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1	Anuario meteorológico	14
CUADRO No 2	Resumen clasificación AASHTO	23
CUADRO No 3	Valores CRB de diseño	25
CUADRO No 4	Datos laboratorio	27
CUADRO No 5	Datos de laboratorio	28
CUADRO No 6	Datos conteo manual	31
CUADRO No 7	Datos conteo volumétrico	31
CUADRO No 8	Total vehículos de diseño	33
CUADRO No 9	Clasificación de Carreteras según el MTOP	35
CUADRO No 10	Velocidades de Diseño del MTOP según la Clasificación de la vía.	44
CUADRO No 11	Valores de diseño de la distancia de visibilidad	46
CUADRO No12	Ancho de la Calzada en función de los Volúmenes de tráfico	47
CUADRO No 13	Valores de radio mínimo de curvatura	51
CUADRO No 14	Cuadro de resumen de las normas del MTOP	54
CUADRO No 15	Desarrollo de peralte	55
CUADRO No 16	Radio mínimo en función de la velocidad y A partir del cual ya no es necesario espirales	58
CUADRO No 17	calculo de ejes equivalentes	67
CUADRO No 18	CBR de diseño	69
CUADRO No 19	Niveles de confiabilidad	69
CUADRO No 20	Valores de Zr en función de confiablidad	70
CUADRO No 21	valores de los espesores mínimos sugeridos	78

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No 6	Abaco de diseño AASHTO para pavimentos f	73
TABLA No 7	Abaco de diseño AASHTO para pavimentos	74
TABLA No 8	Abaco de diseño AASHTO para base	75
TABLA No 9	Abaco de diseño AASHTO para sub base	76
TABLA No 1	Valores de Diseño de las gradientes Longitudinales	60
TABLA No 2	Granulometría para las diferentes clases de sub base	64
TABLA No 3	Granulometría para las diferentes clases de base	65
TABLA No 4	Granulometría de los agregados para el Hormigón asfáltico	66
TABLA No 5	Requisitos para la mezcla asfáltica	66
TABLA No 10	Abaco de diseño AASHTO para sub base	83

ÍNDICE DE FORMULAS

Ec 3.1 Calculo del tráfico promedio diario anual (TPDA) 31

Ec 3.2 Tráfico actual 33

Ec 3.3 Tráfico proyectado 33

Ec 3.4 Tráfico desarrollado 34

Ec 3.5 Tráfico desviado 34

Ec 3.6 Tráfico generado 34

Ec 3.7 TPDA 34

Ec 3.8 Velocidad de circulación 45

Ec 4.1 Grado de curvatura 49

Ec 4.2 Radio de curvatura 49

Ec 4.3 Radio de curvatura 50

Ec 4.4 Cálculo peralte 53

Ec 4.5 Calculo longitud de la curva 55

Ec 4.6 Transición de tangente intermedia 56

Ec 4.7 Diseño de pavimento flexible 67

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO III – trabajos de campo y laboratorio
ANEXO 1: clasificación de suelos SUCS
ANEXO 1.1: limite líquido
ANEXO 1.1: limite Plástico
ANEXO 2: ensayo de penetración cono dinámico
ANEXO 2.1: cálculo de CBR
ANEXO 3: conteo manual de trafico
ANEXO 4: espectro de carga
ANEXO 4.1: análisis de trafico
ANEXO 4.2: cálculo de percentil
ANEXO 5: calculo estructura asfalto
ANEXO 6: calculo estructura asfalto
ANEXO 7: planos diseño geométrico del proyecto
CAPITULO V
ANEXO 8: análisis de precios unitarios

RESUMEN

El presente diseño vial definitivo para la comuna San Vicente de Cucupuro ubicado en parroquia del Quinche Distrito metropolitano de Quito, nace de la necesidad de circulación peatonal y trasporte de las más de mil personas que habitan en este sector dado a la falta de infraestructura básica y al abandono por mucho tiempo de las autoridades seccionales, es necesario dar una solución óptima basada en un análisis técnico y económico para solucionar el problema de vialidad en esta zona.

De acuerdo al estudio generamos los siguientes resultados, con el levantamiento topográfico determinamos que la comuna se asienta en un terreno plano y ondulado con pendientes longitudinales que van desde el 2% hasta el 15%, con el cálculo de TPDA el proyecto se clásica en Vía colectora que representa calzada de cuarto orden según la clasificación de las normas NEVI, con esta categorización tenemos trazados los límites de diseño como son límite de velocidad que es entre 35 y 50 Km/h, ancho de calzada de 6 metros.

Para la estructura vial según el cálculo realizado tenemos como resultado una capa de sub base de 30 cm con material granular máximo de 3´´ y una capa base de 20 cm de espesor con material granular de máximo 2´´

Para la capa de rodadura determinamos que la mejor opción técnica, constructiva, ambiental y económica es adoquín de 8 cm de espesor.

El presupuesto referencial calculado para la construcción de este diseño vial es de 818,983.26 dólares, con la construcción de este proyecto nuestro objetivo es dar una mejor calidad de vida a los habitantes y residentes de esta comuna como lo dicta la constitución actual del Ecuador “El BUEN VIVIR”.

10.- BIBLIOGRAFÍA

1. _Manual_NEVI-12_COMPLEMENTARIO **Especificaciones normas** MTOP

2. "**Léxico estratigráfico internacional**" volumen V C.R Bristol y R. Hoffstetter (1977)

3. **Normas AASHTO**

4. **Normas ASTM**

5. -**MEYERHOF, G. G.** "Penetration Test and Bearing Capacity of Cohesion less Soils" Journal of the soil mechanics and foundation division, ASCE, vol 82, No SM1 1956, pp. 866-1 a 866-19

6. **PARRY, R. H. G**.- 1971 .- "A Direct Method of estimating settlements in sands from SPT values " Proceedings symposium of structure and foundations.

7. **SCHERTMAN, J. H.-** 1970.- "Static Cone to compute static settlement over sand" A.C. S.E , J.S.M.F.D, vol. 98 S. M. 3, pp. 1011-1043

8. **TERZAGHI, K**. and PECK, R. B. - 1967 "Soil Mechanics in Engineering Practice. 2nd edition, New York, Wiley, 729p

9. **MANUAL DE DISEÑO** GEOMÉTRICO DE CARRETERAS PERÚ, (2000), Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Perú

10. **MANUAL DE DISEÑO** GEOMÉTRICO PARA VÍAS URBANAS COLOMBIA, (2004), INVIAS, S.L. Uribe Celis *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*

11. **CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO** GEOMÉTRICO Y PAVIMENTACIÓN con adocretos en vías urbanas.Autor: Hugo José Rodríguez Ocampo Santa Clara,

CAPÍTULO 1

1.1 TEMA

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.

1.2. INTRODUCCIÓN

Las vías de carácter urbano es un factor muy importante en el desarrollo económico y social de las comunidades a las que estas sirven, estas vías contribuyen al mejoramiento del transporte que es un elemento de gran influencia en la economía y en el buen vivir de las personas.

El trabajo que tesis que se desarrolla a continuación está enfocado a la elaboración del diseño geométrico y diseño de pavimento aportando con obras de infraestructura para la "comuna San Vicente de Cucupuro" ubicado en la parroquia del Quinche, provincia de Pichincha, estableciendo las opciones más óptimas para la identificación y solución del problema de movilización por falta de infraestructura vial.

La ejecución de este proyecto ayudará a mejorar el desarrollo socio económico del sector que ha alcanzado un crecimiento poblacional elevado en los últimos años.

1.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Durante los últimos años, la preocupación principal de las autoridades municipales ha sido la dotación e implementación de los servicios básicos, como la construcción de redes de agua potable, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, recreación, etc. dejando de lado la creación y la dotación de infraestructura vial a las calles existentes para el movimiento vehicular dentro de una población en crecimiento acelerado, lo que esto ha ocasionado el malestar, accidentes y perdidas económicas a la población, si bien se han dado soluciones parciales o temporales, estas no satisfacen el volumen de tráfico actual, a esto se suma la falta de espacio dentro de la urbe para la implementación de nuevas vías.

Gran parte de la población que actualmente vive en este sitio requiere movilizarse a sus lugares de trabajo, estudio y labores cotidianas por vías alternas.

1.4 IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la comunidad de San Vicente de Cucupuro, en el cantón Quito, provincia de Pichincha, la falta de vías afecta a la población, durante la época lluviosa, cuando la saturación del suelo arcilloso y los mantos rocosos impiden la circulación peatonal y vehicular adecuada ocasionando accidentes y pérdidas económicas para las actividades agrícolas que en este sector se desarrollan.

En la época seca el problema principal es la existencia masiva de partículas de polvo que ocasionan enfermedades de carácter respiratorio afectando directamente a la salud de la población en especial de los niños de la comunidad.

Se considera a la comunidad de San Vicente de Cucupuro, una de las más importantes ya que es el centro de las actividades agrícolas de la zona, y en los últimos años se ha visto beneficiado con proyectos de inversión social de parte de las autoridades locales con el apoyo del gobierno central, así como de la cooperación internacional.

A pesar de toda esta inversión la población no cuenta todavía con todos los servicios básicos viales necesarios que son indispensables para que una comunidad se encamine en la ruta del desarrollo.

Con este proyecto de tesis se pretende solucionar los problemas que provoca la falta de una red vial apropiada para las necesidades de la comuna mejorando de esta manera la imagen de la parroquia y contribuyendo a una mejor calidad de vida de la población.

Para desarrollar con eficiencia un proyecto de ingeniería, es necesario aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de todos los años de estudio y sobre todo la investigación.

1.4.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Las autoridades del municipio del Distrito Metropolitano de Quito y el GAD de la parroquia del Quinche, están interesadas en realizar un plan de desarrollo vial a corto, mediano y largo plazo, así mismo existen entidades no gubernamentales interesadas en brindar apoyo para que estos proyectos que son de carácter social brinden el servicio a las poblaciones menos atendidas, mejorando significativamente el aspecto socio-económico

1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Este tipo de proyectos casi nunca presentan una rentabilidad económica hacia quien impulsa la ejecución del mismo, que en este caso es el GAD de la parroquia del Quinche, salvo el caso en el que se cobre una tarifa tipo peaje, sin embargo y viendo el lado social del proyecto, se espera una gran rentabilidad para los usuarios y habitantes cercanos al mismo ya que permitirá mejorar las condiciones de vida e indicadores como educación, salud, transporte y servicios, que a la larga representarían un beneficio económico.

1.5 OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar la red vial para la comuna “San Vicente de Cucupuro” de la parroquia rural del Quinche, aplicando criterios técnicos y cumpliendo con la normativa vigente para el diseño de vías urbanas, considerando los impactos socio-económicos.

1.5.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.5.2.1 Presentar un diseño geométrico vial con la proyección de crecimiento poblacional en el sector.

1.5.2.2 Realizar el cálculo del TPDA (tráfico promedio diario anual), para el trazado de la vía en estudio, acorde a la realidad física, económica y social.

1.5.2.3 Disminuir el tiempo de traslado hacia la parroquia del Quinche, optimizando el consumo de combustible y el mantenimiento de los vehículos.

1.5.2.4 Escoger la alternativa más conveniente para este proyecto.

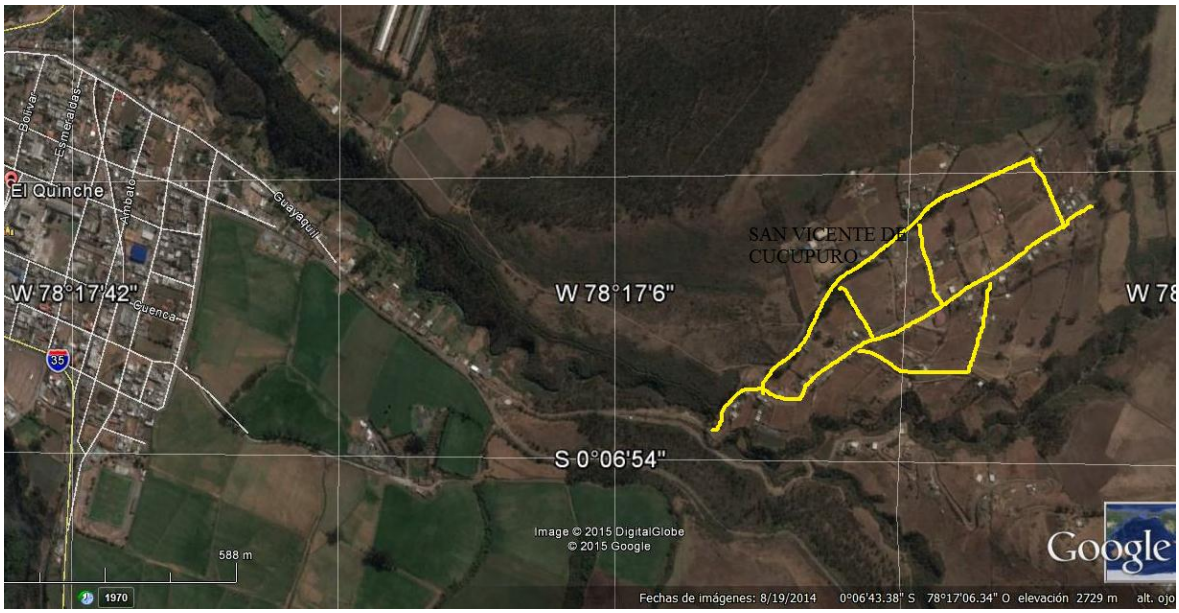
1.5.2.5 Obtener un presupuesto estimado del diseño definitivo.

1.5.2.6 Mejorar las rutas de servicio para el transporte público en la comuna.

1.6 SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comuna "San Vicente de Cucupuro" pertenece a la parroquia rural del Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, valle de Tumbaco, provincia de Pichincha, se encuentra ubicado aproximadamente a 25 km al noreste de Quito y a 1 km de la cabecera parroquial, forma parte de la región sierra. La principal vía de acceso es la vía conocida como panamericana la que en la actualidad lleva el nombre de E35.

Grafico no. 1 ubicación del proyecto



Fuente: google earth

1.6.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Las coordenadas UTM de la iglesia de la conuna son:

Norte: 9987634.496

Este: 524526.057

1.6.2 LÍMITES

		UTM-WGS84	
Al norte:	San Antonio de Cucupuro	e: 524412.165	n: 9987885.034
Al sur:	cabecera parroquial el Quinche	e: 524602.642	n: 9987402.726
Al este:	comuna la Esperanza	e: 524886.695	n: 9987831.723
Al oeste:	comuna Molino alto	e: 524095.855	n: 9987365.872

1.6.3 DATOS IMPORTANTES

- Temperatura: oscila entre los 16.5 y 18.5 grados centígrados
- Altitud: el punto más alto de la parroquia se encuentra a 2600 m.s.n.m
- Población de la comuna “San Vicente de Cucupuro” 1000 habitantes.
- Área aproximada de intervención 20 hectáreas, con un relieve irregular.

1.7 IDEA A DEFENDER

El diseño vial definitivo de la comuna San Vicente de Cucupuro ayudará para que el GAD de la parroquia rural del Quinche ejecute el proyecto, el mismo que es necesario para implementar rutas de fácil acceso hacia los lugares más alejados de la parroquia, mejorando la calidad de vida de los habitantes del sector, que en la actualidad no disponen de accesibilidad para movilizarse rápida y cómodamente generando grandes pérdidas de tiempo y economía de los habitantes.

1.8 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto de tesis es dar a la comunidad de San Vicente de Cucupuro una red vial que satisfaga todas las necesidades de movilización y trasporte, proporcionando seguridad, comodidad y durabilidad.

Que cumpla con las normas y parámetros vigentes en la reglamentación vial del país para que complete con el periodo de diseño para el cual va a ser analizado.

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO REFERENCIAL

La comuna san Vicente de Cucupuro se ubica en la parte nor este de la parroquia del Quinche, en el D.M.Q está conformado en su gran mayoría por campesinos dedicados a la agricultura y ganadería, este sector provee de gran variedad de productos agrícolas a los mercados del sector.

La comuna es la entrada a varias comunidades cercanas por lo que es necesario y urgente proporcionar obras de infraestructura básicas como es un sistema de alcantarillado y una red vial adecuada.

Para la movilización de personas y los productos que esta zona ofrece, y para el crecimiento y desarrollo de los habitantes que habitan en este sector y sus alrededores.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 VÍAS

Las vías y carreteras son medios por el cual permite el trasporte y comunicación de los asentamientos humanos de la sociedad actual.

Para el correcto diseño de una vía se debe hacer un reconocimiento visual en campo, ya sea con cartografía disponible o imágenes satelitales para definir la ruta más favorable para unir los extremos del proyecto, tomando en cuenta todas las características físicas del terreno a intervenir como son geotécnicas, geológicas, ambientales entre otras.

Para la etapa del diseño se debe aplicar los conocimientos, criterios y especificaciones técnicas que rigen en la zona donde se va a realizar el proyecto, para la fase de diseño

geométrico se realiza el alineamiento horizontal que consiste proyectar sobre un plano horizontal el eje de la obra vial con sus elementos tangentes y curvas horizontales.

El alineamiento vertical que consiste en proyectar el eje de la vía sobre un plano vertical, los elementos de este alineamiento son tangentes verticales enlazadas por medio de curvas verticales la cantidad de estos elementos depende de la configuración topográfica del terreno.

2.2.2 PAVIMENTOS

Se da el nombre de pavimentos al conjunto de capas de materiales que se colocan sobre el terreno natural rasanteado, que reciben y trasmiten a los estratos inferiores las cargas del tráfico peatonal y vehicular, estas capas proporcionan la superficie de rodadura más óptima para la comodidad del usuario, cuyo tipo y el espesor es determinado en el cálculo del diseño.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se denomina levantamiento topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con la instrumentación adecuada para el tipo de trabajo a realizarse, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que en gabinete nos permitirá la elaboración de planos y proyectos.

2.3.2 ESTUDIO DE TRÁFICO

El tráfico es uno de los condicionantes fundamentales de toda obra o estudio de carreteras, el conocimiento lo más perfecto posible de su volumen y características es necesario para la correcta elaboración de cualquier estudio de alternativas, anteproyecto o proyecto de carreteras. El estudio del trafico consiste en dos pasos, el de campo que comprende con una estación de conteo sea esta manual o mecánica, y de gabinete donde se analiza y procesa la información obtenida en campo.

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

El objetivo principal del estudio de tráfico es obtener datos para determinar el TPDA (trafico promedio diario anual) el cual nos permite determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del de pavimentos.

2.4 DISEÑO DE PAVIMENTOS

El diseño de pavimentos tiene como objetivo determinar las propiedades de la mecánica de la sub-rasante, y determinar los espesores de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

2.4.1 TIPOS DE PAVIMENTOS

2.4.1.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Se denominan pavimentos flexibles aquellos cuya estructura se flexiona dependiendo de las cargas que se trasmiten sobre este, están conformados estructuralmente por capas de materiales granulares compactados y una capa de rodadura comúnmente hormigon asfaltico, la cual forma parte de la estructura del pavimento. La superficie de rodadura al tener menos rigidez se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub-rasante.

2.4.1.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Son aquellos formados por una losa de hormigon portland sobre una base de materiales pétreos, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada.

Debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, que dan como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante.
Por ser el elemento principal de construcción de este asfalto una losa de concreto, es muy resistente a los esfuerzos de flexión esto le permite funcionar como vigas, la ventaja de estos pavimentos es el poco desgaste y deterioro que tienen, la desventaja es su alto costo de construcción.

Para determinar la capa de rodadura a utilizar en este proyecto, depende de un análisis técnico y económico los cuales se detallaran en las conclusiones.

2.5 ELEMENTOS, CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO VIAL

Para la realización de la etapa del diseño geométrico vial, se define todas las características viales, las cuales son características humanas características vehiculares criterios de diseño, trazado horizontal, trazado vertical, secciones transversales, estos elementos son directamente proporcionales a la jerarquía y clase de vía, en función de las necesidades de la población, el tráfico que circula y la topografía del terreno.
Para definir las características del trazado vial se debe tener en cuenta varios elementos y características.

Dentro de los elementos para diseño geométrico se encuentra:

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO[1]

Para determinar la clase de terreno es indispensable la topografía, que permitirá realizar el alineamiento horizontal, determinar pendientes y secciones transversales, el terreno se puede clasificar según la topografía en cuatro categorías.

2.5.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

TERRENO PLANO.- Pendientes transversales a la vía menor de los 5% pendientes longitudinales menores al 3%

TERRENO ONDULADO.- Pendientes transversales a la vía del 6% al 12% pendientes longitudinales de 3% a 6%

TERRENO MONTAÑOSO.- Pendientes transversales a la vía del 13% al 40% pendientes longitudinales de 6% a 8%.

1 http://www.carreteros.org/ccaa/legislacion/carreteras/pv/normativa/5.htm

TERRENO ESCARPADO.- pendientes transversales superiores al 40% pendientes longitudinales mayores al 8%.

USO DEL TERRENO.- El uso de terreno, o actividad económica a que se dedique primordialmente, como la agricultura, el comercio, la función residencial o la recreativa, influye también en el diseño de una carretera, por el efecto que tiene el tránsito y en el movimiento peatonal. Además, la vía puede cambiar el carácter de uso de los terrenos adyacentes como por ejempló, poner en uso tierras que anteriormente no lo tenían y, con ello, modificar su valor.

2.6 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Si el estudio y diseño de la red vial de la comuna San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural del Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha, de acuerdo a los datos recolectados en campo, normas y parámetros de diseño, se ajustan a los requerimientos del GAD el Quinche, en un futuro las autoridades competentes gestionarán la construcción de este proyecto y de esta forma se brindara una mejor calidad de vida a los habitantes de tan apreciada parroquia.

2.6.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Para la ejecución del presente estudio se tomará en cuenta las variables como crecimiento poblacional, relieve de la superficie, tipo de suelo, movilidad y uso de vía.

2.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Se tiene identificadas a las variables dependientes a: pendientes, parámetros de diseño, tipo de capa de rodadura, secciones transversales de vía, trazado horizontal y vertical, materiales para diseño.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE SUELOS

3.1 ANTECEDENTES

Partiendo que las vías terrestres son estructuras de materiales pétreos que se construyen sobre el terreno natural, la aplicación de la Mecánica de suelos no puede ser ajena a ninguna de las etapas del proyecto y construcción, su aplicación es la base principal para el diseño geométrico vial.

3.2 OBJETIVO

Establecer las condiciones de estabilidad del suelo, para tomar la mejor decisión en el diseño de esta importante vía para la comuna.

El proceso geotécnico del estudio del suelo tiene por objetivo:

- Determinar las características y evaluar el suelo de la sub rasante.
- Determinar las características de los materiales y sus propiedades geológicas.
- Calificar el material a ser usado en la estructura de la vía.

3.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima de la zona de San Vicente de Cucupuro, está determinada por la incidencia de los factores meteorológicos, las condiciones climáticas dependen de la ubicación geográfica, la topografía, el tipo de cobertura y la época del año, la mayoría del tiempo se tiene un clima templado húmedo para el valle del Quinche, según el anuario meteorológico (INAMHI)[3].

3 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

CUADRO NO. 1 anuario meteorológico

Anuario meteorológico 2009- inamhi

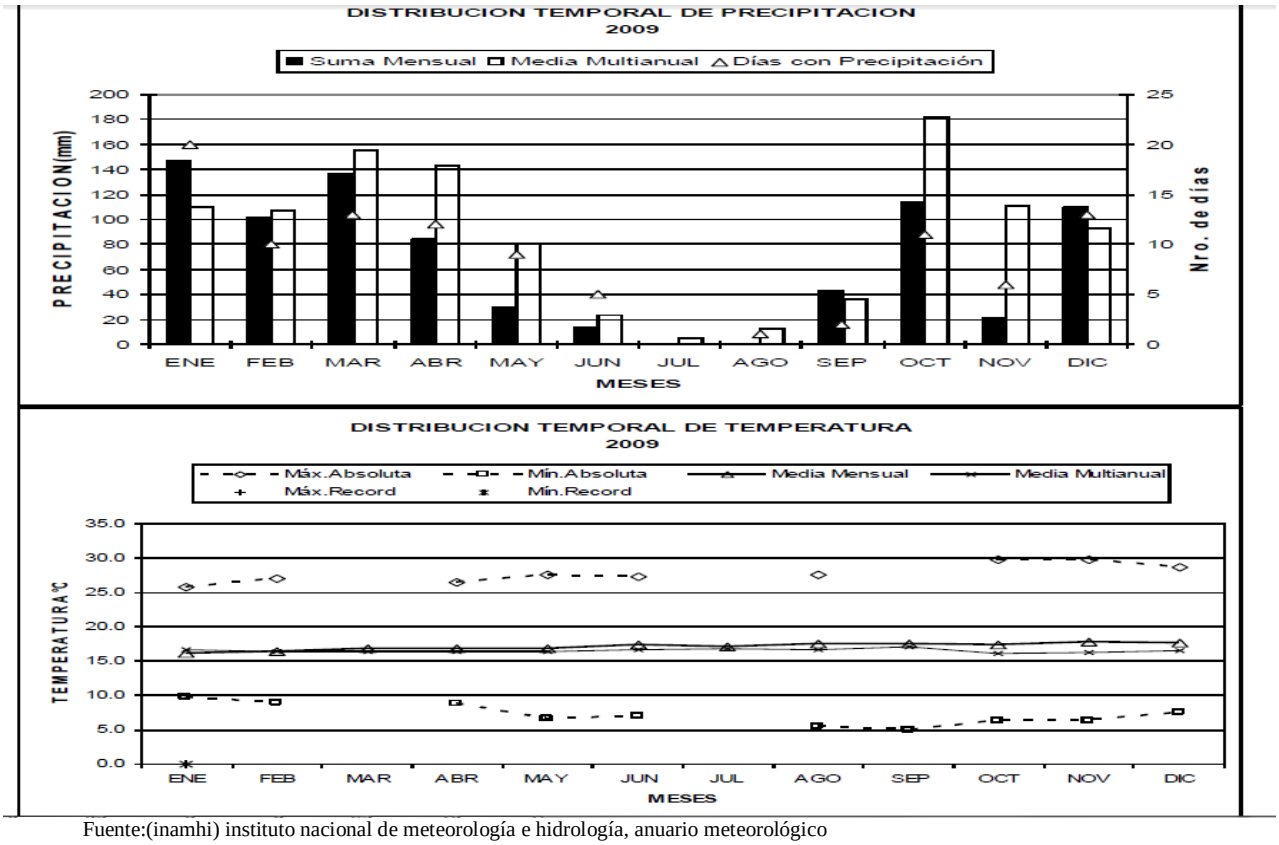
VALORES PLUVIOMETRICOS MENSUALES (mm)

CODIGO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL ANUAL	Máxima en 24 Hrs	Fecha	Número de días
M317	69.4	144.2	362.1	89.1	119.1	41.9	2.1	0.4	25.1	95.7	81.1	139.2	1169.4	73.3	1-may	224
M318	362.5	367.9	240.9	111.3	33.3	77.4	3.8	6.0	0.0		32.0	182.7				
M321	71.1	40.9	45.1	43.4	26.0	15.9	5.5	9.5	11.7	42.1	0.0	43.4	354.6	13.0	28-ene	103
M324	69.6	126.5	57.4	88.5		120.2	95.2	70.1	15.3	134.2	41.4	70.2				
M325	336.7	234.6	90.4	99.7	123.6	41.2	4.7	32.5	4.5	33.6	25.9	281.4	1308.8	78.6	1-may	175
M326	355.0	324.6	339.4	114.4	45.9	54.8	5.1	39.0	4.5	36.7	26.3	251.9	1597.6	62.0	13-mar	179
M327	348.0	349.5	320.0		235.2	208.9	66.3	30.9		22.1	0.0	255.0				
M328	110.3	162.9	153.6				36.3	1.5	18.2	116.5	41.0	140.8				
M335	213.6	147.9	255.6	59.8	75.8	88.2	0.0	0.0	24.8	102.2	76.3	163.0	1207.2	41.0	16-ene	104
M337	198.5	155.9	152.8	49.6	93.1	69.2	14.2	7.5	12.3	38.9	20.5	207.2	1019.7	45.0	13-feb	123
M339	96.1	387.3	364.5	188.7	169.9	117.3	36.6	25.6	2.4	59.3	7.4	277.7	1732.8	51.7	13-abr	215
M343	96.1		26.4	25.5	61.1	17.8	0.0	0.9	2.3	14.5	4.2	31.0				
M344	81.5	39.3	46.9	54.7	9.8	5.1		0.0	0.0	34.8		5.4				
M345	126.9	95.2	126.0	43.8	92.8	26.9	0.3		2.2	71.3	7.3	65.9				
M346	141.2	115.2	111.4	68.3	132.4	21.9	1.0	0.0	3.3	87.8	8.7	54.4	745.6	40.8	1-may	110
M348	680.7	597.4	535.6	172.7	110.0	10.9	34.6	30.6	12.9	24.0	29.3	417.5	2656.2	207.0	17-feb	237
M353	1034.9	662.9	678.7	312.2	243.6	37.7	9.6	30.4	5.5	93.2	30.9	207.6	3347.2	60.7	29-ene	173
M354	210.8	197.6	194.7	118.5	112.9	78.7	10.1	18.2	14.1	79.8	56.5	182.9	1274.8	30.2	15-feb	231
M357	178.8	186.9	175.8		102.4	71.1	4.3	1.6	9.5	101.1		127.5				
M358	101.7	74.0	95.4	48.2	19.1	16.4	4.0	0.0	4.9	8.5	4.6	44.6	421.4	31.1	11-mar	67
M359	43.6	46.4	286.0	37.0	44.7	40.9	15.3	0.0	6.6	35.8	62.5	76.0	694.8	29.6	28-nov	82
M361	207.3	136.4	174.0	71.0	67.9	48.4	7.5	7.0	9.0	24.3	19.4	87.7	859.9	37.4	1-may	106
M362	534.4	444.1	343.5	174.0	165.1	62.8	13.0	38.3	13.1	111.0	45.9	317.6	2262.8			
M363	273.0	183.8	149.1	36.7		32.2		13.1	19.5	31.4	66.9	75.5				
M364	278.5	165.8	122.4	141.7	127.8		12.1	9.3	17.8	101.6	188.2	165.4				
M367	704.2	732.9	445.9	322.2	92.5	2.8	1.6	1.6	0.8	21.7	2.7	269.9	2598.8	201.2	15-feb	175
M368	396.8	1.6	588.0	246.4	149.8	38.8	1.7	10.6	3.0	19.3	24.6	203.3	1683.9	94.6	22-mar	182
M369	57.6	41.8	71.7	96.8	10.7	44.0	8.9	0.2	0.9	21.7	26.1	42.1	422.5	30.0	17-ene	74
M370	447.8	331.6	815.7	349.2	98.7	40.9	15.4	43.9	5.9	23.7	25.4	310.6	2508.8	94.4	19-mar	215
M371				76.7	39.4	32.8	2.7	6.4	7.6	73.4	62.9	50.5				
M374	675.1	472.0	753.3	355.1	184.1	50.0	5.3	23.6	29.0	27.0	16.2	349.6	2940.3	100.0	4-mar	198
M375	83.7	27.4	25.5	49.6	58.5	51.1	18.2	3.0	11.3	54.5	57.0	7.9	447.7	25.0	18-oct	58
M376	93.0	60.0	45.2	80.0	29.8	90.1	69.1	19.6	14.5	37.3	18.6	29.5	586.7	31.2	5-jun	144
M377						90.5	66.4	32.6	19.8	84.8	28.8	14.7				

MA86 — NAYON GRANJA SANTA ANA - PUCE — INAMHI

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C) ABSOLUTAS Máxima	dia	Mínima	dia	MEDIAS Máxima	Mínima	Mensual	HUMEDAD RELATIVA (%) Máxima	dia	Mínima	dia	Media	PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm) Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia	Número de dias con precipitación
ENERO	134.1	25.7	3	9.8	30	22.8	11.6	16.1	98	8	45	3	82	12.5	14.5	146.6	17.7	16	20
FEBRERO	143.1	27.0	28	8.9	27	23.3	11.5	16.4	98	8	43	4	80	12.6	14.6	101.6	28.0	17	10
MARZO	170.6					24.2	11.5	16.8	100	13	31	9	79	12.5	14.5	136.2	30.4	25	13
ABRIL	155.9	26.5	6	8.8	27	24.3	11.1	16.8	100	16	40	25	79	12.5	14.5	83.8	30.5	15	12
MAYO	200.6	27.5	18	6.6	19	25.1	9.3	16.8	98	6	31	18	75	11.5	13.6	29.9	11.1	2	9
JUNIO	183.2	27.3	10	7.0	27	25.6	10.0	17.3					69	10.5	12.7	13.3	7.8	11	5
JULIO	176.4					26.0	9.0	17.1	98	5	28	16	67	9.8	12.2	1.1			
AGOSTO	210.8	27.6	14	5.5	17	26.1	8.7	17.5	98	6	26	12	64	9.2	11.7	0.7	0.7	30	1
SEPTIEMBRE	243.2			5.0	6	26.7	8.0	17.5	98	17	24	14	61	8.6	11.3	42.2	29.0	16	2
OCTUBRE	181.8	29.8	4	6.3	1	26.2	9.6	17.4					70	10.5	12.8	113.6	20.0	14	11
NOVIEMBRE	202.1	29.8	21	6.4	7	26.9	10.2	17.8					70	11.0	13.2	21.2	10.0	28	6
DICIEMBRE	199.6	28.6	2	7.6	15	25.8	11.2	17.7	98	14	29	15	75	12.3	14.4	109.8	38.7	2	13
VALOR ANUAL	2201.4					25.3	10.1	17.1					72	11.1	13.3	800.0			

MES	EVAPORACION (mm) Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia	NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO N (m/s)	%	NE (m/s)	%	E (m/s)	%	SE (m/s)	%	S (m/s)	%	SW (m/s)	%	W (m/s)	%	NW (m/s)	%	CALMA %	Nro OBS	Vel.Mayor Observada (m/s)	DIR	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)
ENERO	115.7	6.3	4		5.4	24	0.0	0	4.0	3	0.0	0	3.7	7	0.0	0	5.1	10	0.0	0	57	93	10.0	N	
FEBRERO	109.6				5.5	25	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.0	4	0.0	0	5.0	10	0.0	0	62	84	14.0	N	
MARZO	150.0	8.0	9		5.4	25	0.0	0	4.9	10	0.0	0	4.0	10	0.0	0	6.0	3	0.0	0	53	93	12.0	N	
ABRIL	134.2	7.2	27		6.3	28	0.0	0	4.5	17	0.0	0	8.5	4	0.0	0	4.0	3	0.0	0	48	90	12.0	S	
MAYO	147.3				6.1	41	0.0	0	4.0	3	0.0	0	5.0	13	0.0	0	4.5	4	0.0	0	39	93	14.0	N	
JUNIO	162.3	7.2	8		5.1	27	0.0	0	5.8	9	0.0	0	7.1	21	0.0	0	4.7	7	0.0	0	37	90	20.0	S	
JULIO	150.9				6.3	27	4.8	9	5.0	5	3.9	9	4.9	11	5.4	8	5.0	2	5.5	11	19	93	14.0	N	
AGOSTO	190.2	9.5	11		5.2	33	0.0	0	7.2	11	1.0	1	5.5	16	0.0	0	2.9	9	3.0	2	28	93	14.0	E	
SEPTIEMBRE	204.2				5.9	27	0.0	0	5.7	7	6.0	4	10.4	16	10.0	3	4.7	10	4.0	1	32	90	14.0	SE	
OCTUBRE	170.8				5.2	23	0.0	0	4.0	3	0.0	0	4.0	23	0.0	0	2.5	4	0.0	0	47	93	10.0	S	
NOVIEMBRE	172.0				4.9	36	0.0	0	4.9	10	0.0	0	3.8	9	0.0	0	3.5	2	0.0	0	43	90	10.0	N	
DICIEMBRE	154.5	7.9	24		4.4	47	0.0	0	4.3	8	0.0	0	3.0	8	0.0	0	2.6	5	0.0	0	32	93	10.0	N	
VALOR ANUAL	1861.7				5.5	30	0.4	1	4.5	7	0.9	1	5.3	12	1.3	1	4.2	6	1.0	1	41		20.0	S	



Fuente:(inamhi) instituto nacional de meteorología e hidrología, anuario meteorológico

en el período comprendido en los meses de Enero, Febrero, Marzo, abril, Mayo, Octubre, Noviembre, Diciembre se registra la mayor cantidad de precipitación 742.7 mm.

El período seco que comprende los meses de Junio a Septiembre tiene una precipitación de 15.1 mm, la temperatura oscila entre los 8.2 y 18.5°c.

3.4 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Esta zona es parte de la cordillera occidental de los andes ecuatorianos, donde se identifica diferentes zonas geomorfológicas como: al norte el sistema transversal Guayllabamba, al sur la influencia de los procesos volcánicos del Ilaló y el Ñurco, lo que da la característica de ser una zona de relleno de productos volcánicos la cual da como resultado un suelo denominado cangahua.

3.5 GEOMORFOLOGÍA

El relieve de la Cordillera de los Andes ecuatorianos tiene una muy grande diversidad y es resultado de la complejidad de la morfogénesis, demarcada por la cordillera que ha surgido a partir de finales del cretáceo[4] y ha tenido cambios a consecuencia de la sedimentación en cuencas aisladas durante el terciario, un fuerte volcanismo cuaternario y los efectos de las glaciaciones cuaternarias, lo cual ha generado una compleja estructura morfológica en colinas, morfología aplanada por efectos del volcanismo como por la acción glacial y los efectos del rejuvenecimiento morfológico actual.

Esta zona se localiza en la región interandina donde se forma un valle, donde se asientan las parroquias de Tababela, el Quinche, Checa y Ascázubi. La orientación de las ciudades está relacionada con la orientación norte sur del valle; la morfología del paisaje, corresponde a una meseta plana de origen tectónico donde la erosión es básicamente fluvial, aunque el efecto eólico es notorio en las zonas libres de vegetación.
La geomorfología de la zona está dividida en dos sub zonas que son:

3.5.1 ZONA ALTA: Conformada por lomas semi redondeadas (> 2909 msnm) distribuidas a lo largo del área con una dirección aproximada norte-sur, las cuales están compuestas por flujos piro clásticos (ceniza, pómez, lapilli).

3.5.2 ZONA BAJA: Que ocupa la mayor parte del área, correspondiendo a zonas de pendientes medias a suaves (alrededor de 3 grados), inclinadas hacia el río Guayllabamba y conformadas por materiales de relleno compuestas por flujos piro clásticos, especialmente con capas de cenizas compactas.

3.5.3 ZONAS DE REJUVENECIMIENTO: Presentan cortes muy incisivos en "v", estrechos y con paredes bastante verticales localizados a lo largo de los flujos de los ríos y quebradas; los materiales que conforman estos cortes están compuestos por capas gruesas de cenizas compacta.

4 una división de la escala temporal geológica, es el tercer y último período de la Era Mesozoica; comenzó hace 145,5 ± 4,0 millones de años y terminó hace 65,5 ± 0,3 millones de años

3.6 GEOLOGÍA

3.6.1 GEOLOGÍA REGIONAL[5]

El área de estudio se encuentra estrechamente relacionada con la historia geológica y tectónica de la cordillera de los andes; las investigaciones relacionadas con la geología indican que "la evolución de esta zona se inicia en el precámbrico, puesto en evidencia por la presencia de rocas metamórficas correspondiente al escudo guayano-brasilero; la evidencia de la evolución lo marcan rocas del cretácico caracterizados por un ambiente marino de tipo flish y la presencia de actividad magmática que ha generado magmas ácidos que se han transformado en los cuerpos graníticos, que aflora en varios sectores del país"

El proceso de movimiento de la placa sudamericana, de oeste a este, ha generado una zona de subducción que hace que la placa de nazca penetre bajo la corteza de la placa sudamericana, es el mecanismo a partir del cual se ha generado de un intenso volcanismo de tipo rio lítico y andesítica que es el responsable de la formación de la cadena andina.

3.6.2 GEOLOGÍA DE LA ZONA

Según las observaciones en el campo realizadas, se desprende que las litologías que afloran corresponden a una secuencia de lavas de color gris verdoso correspondientes a la formación macuchi de edad cretácica, la misma que aflora hacia la parte norte de la zona del proyecto y que se la toma como la base de la secuencia rocosa; sobre esta secuencia volcánica se tiene una de origen vulcano sedimentaria correspondiente a productos de las erupciones volcánica cuaternarias y compuesta por ceniza volcánica, lapilli y otros piro clastos.

3.7 RIESGOS NATURALES

Los riesgos naturales relacionados con la geología del DMQ y especialmente en el área del proyecto son: volcánico, sísmico y geodinámica.

5 (sauer, 1965).versión en español

3.7.1 RIESGO VOLCÁNICO

El DMQ es amenazado por la caída de ceniza de los volcanes aledaños activos como son el Reventador, volcán Pichincha y Cotopaxi, como muestra de esta actividad da como resultado la cangagua, material que resulta de la ceniza que es removida constantemente por las lluvias y vientos, la cangagua se encuentra en el callejón interandino ha tenido un proceso de formación geológica durante el periodo cuaternario ininterrumpidamente.

3.7.2 RIESGO SÍSMICO

En el mapa geológico general, se observan las fallas geológicas, de dirección aproximada de norte-sur.
Estas fallas controlan el depósito y distribución de sedimentos en Quito y pueden ser origen de sismos.
Los valores de la aceleración del movimiento del suelo en la ciudad de Quito, se determinan a partir de las intensidades pasadas a través de su historia. El "proyecto de manejo del riesgo sísmico en Quito" (1994), reevalúa a profundidad las intensidades en la capital, incluida la producida por el terremoto de 1987, que sirvió como calibrador de las intensidades asignadas para los terremotos históricos.

Se han registrado al menos 22 eventos que han sido sentidos con intensidad mayor que grado V durante la historia escrita con que cuenta la capital, de ellos 10 eventos han tenido intensidades mayores que VI, 5 eventos intensidades de VII o más. El más fuerte de 1859 alcanzo una intensidad de grado viii. Sismos como del año 1987, con intensidades mayores a VI, se repiten en promedio cada 46 años.

Para el diseño por colapso, en el que se aceptan deformaciones en las estructuras y en el que garantizan un diseño dúctil de los elementos estructurales, se adopta el valor del 26% de g, que representa el 10% de probabilidad de excedencia de dicha aceleración en 50 años o un periodo de retorno de 275 años.

3.7.3 RIESGO GEODINÁMICO

El riesgo de deslizamientos es mediano en el período invernal y puede ser alto si caen lluvias intensas y ocurren sismos al mismo tiempo.
Se ha identificado en la zona, la presencia de deslizamientos latentes, activos o desencadenados por acción del hombre. En las lomas cubiertas por depósitos de cangagua no hay mayores riesgos de que se activen los mismos.

3.8 FORMACIONES GEOLÓGICAS Y DEPÓSITOS SUPERFICIALES

La zona del proyecto tiene edades cuaternarias, los depósitos son volcánicos, y depósito lagunar de ceniza y lapilli de pómez, perteneciente a la formación cangagua que cubren gran parte del proyecto.

3.8.1 FORMACIÓN CANGAGUA (CUATERNARIO) (QC):

Es un depósito de ceniza (ce) y lapilli de pómez (pz), tiene características de color café, varía de claro a oscuro, contiene material orgánico, su estructura tiene particularidades homogéneas y en algunos casos presenta espesores que son fuertes y otros que son débiles.
Se ha determinado que en suelos donde existan variaciones climáticas y un mayor porcentaje de humedad, la cangagua toma características a limo arcilloso de color negro en la zona del relieve montañoso.

3.8.2 DEPÓSITOS ALUVIALES (HOLOCENO): Se encuentran en el fondo de las quebradas y consisten en limos con arena y grava.

3.8.3 DEPÓSITOS ELUVIALES Y COLUVIALES (HOLOCENO): En su mayoría son depósitos heredados de la cangagua y recubren las vertientes de quebradas.

3.9 TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Con los resultados obtenidos del estudio geotécnico para el "diseño vial de la comuna San Vicente de Cucupuro", realizada en el laboratorio de ensayos de materiales se detalla lo siguiente:

- El procedimiento para conocer el tipo de suelo y evaluar el suelo de la sub-rasante, se realizó calicatas distribuidas a lo largo del proyecto. se efectuó la toma de muestras partiendo desde la abscisa 0+000, cada 500 metros, llegando a la zona final ubicada en el puente que lleva a la parroquia del Quinche.

- Se efectuó también la recolección de muestras de suelo de la sub rasante a .50, 1.00 y a 1.50 metros de profundidad, para los ensayos de clasificación AASHTO[6].

- Con las muestras de suelo se procedió a realizar los siguientes ensayos que se detallan a continuación.

3.9.1 Contenido de humedad natural (norma ASTM D 2216-98) este ensayo permite determinar la cantidad de agua natural que tiene el suelo expresada en porcentaje en relación a la masa seca del suelo. Ver anexo 1

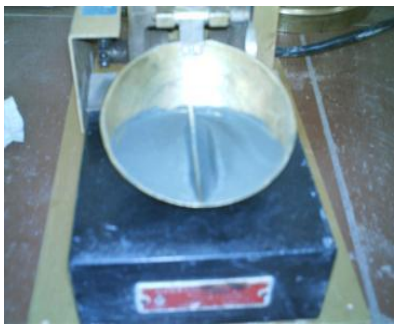
Material húmedo
Fuente: José Rodrígue

6 Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes

3.9.2 Granulometría por lavado y tamizado hasta la malla no. 200 (norma ASTM D 422-02) este ensayo cubre la separación en tamaños de partículas por medio de un tamizado. Ver anexo 1

Tamiz para granulometría
Fuente: José Rodríguez

3.9.3 Límite líquido (límites de atterberg-norma ASTM D 4318-04), que permite establecer el valor del índice de plasticidad, parámetro importante en el reconocimiento entre un limo y una arcilla. Ver anexo 1



cuchara de casa grande
Fuente: José Rodríguez

3.9.4 Límite plástico (límites de atterberg-norma ASTM D 4318-04), que permite determinar igual que el anterior el índice de plasticidad, por diferencia entre los dos (IP=LL-LP). Ver anexo 1

Secado de muestras
Fuente: José Rodríguez

3.9.5 Clasificación de suelos s.u.c.s. (sistema unificado de clasificación de suelos), norma astm d 2487-00, esta práctica cubre todos los ensayos anteriores para llegar a identificar a un determinado tipo de suelo por medio de un símbolo. Ver anexo 1

Balanza para sucs

Fuente: José Rodríguez

CUADRO No 2 resumen clasificación AASHTO

ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	SITIO	HUMEDAD (%)	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	INDICE DE GRUPO	CLASIF. AASHTO	DESCRIPCION DEL SUELO
				4	10	40	200						
COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO													
0+000	0.5	LD	21	98	95	70	45	41	31	10	2	A-5	SUELOS LIMOSOS
	1.0	LD	25	99	96	68	35	38	29	9	0	A-4	SUELOS LIMOSOS
	1.5	LD	25	97	94	71	35				0	A-1	CANTOS, GRAVA Y ARENA,
COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO													
0+500	0.5	LI	39	99	96	78	48				1	A-4	SUELOS LIMOSOS
	1.0	LI	43	94	92	71	46	40	33	7	1	A-4	SUELOS LIMOSOS
	1.5	LI	42	97	94	72	42				1	A-4	SUELOS LIMOSOS
COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO													
1+000	0.5	LD	31	100	97	75	40				1	A-4	SUELOS ARCILLOSOS
	1.0	LD	34	100	99	91	63	32	25	7	3	A-4	SUELOS ARCILLOSOS
	1.5	LD	34	100	99	90	56	36	30	6	2	A-4	SUELOS ARCILLOSOS

Fuente: guía para pavimentos, método AASHTO

3.10 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO (CBR)

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR NORMA ASTM-1883) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la División de Carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos. Ver anexo 2

Fotos toma de muestras CBR

calicatas

Fuente: José Rodríguez

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. el (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material machacado.

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

CBR= (carga unitaria del ensayo / carga unitaria patrón) * 100 (%)

De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Usualmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2,5 mm. (0,1"), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm. (0,2") es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm. De penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación proctor.

Antes de determinar la resistencia a la penetración, generalmente las probetas se saturan durante 96 horas para simular las condiciones de trabajo más desfavorables y para determinar su posible expansión.

En general se confeccionan 3 probetas como mínimo, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es con 56, 25 y 10 golpes). El suelo al cual se aplica el ensayo, debe contener una pequeña cantidad de material que pase por el tamiz de 50 mm. Y quede retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que esta fracción no exceda del 20%.

CUADRO No 3 de valores CBR de diseño ver anexo 2

tramo	abscisa	CBR diseño (%)
1	0+000 a 0+500	2.94
2	0+500 a 0+500	2.7
3	0+500 a 1+000	2.46

3.11 MATERIALES PÉTREOS

Par el proyecto de las vías de la comuna San Vicente de Cucupuro se tomara en cuenta el material de la mina de Pifo y mina de Pintag Por la relativa cercanía al proyecto.

Mina de Pintag

.

Mina de Pifo

Fuente: José Rodríguez

CUADRO No 4 datos de laboratorio

MATERIALES PROPIEDADES	MINA PINTAG			MINA DE PIFO		
	AGREGADO GRUESO PASANTE 1 1/2"	ARENA	ARENA	AGREGADO GRUESO PASANTE 1 1/2"	AGREGADO GRUESO PASANTE 1"	AGERGADO FINO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%w)	2.1	2.8	5.2	1.19	1.8	5.5
PESO UNITARIO SUELO (P.U.S) Kg/m3	1321	1415	1356	1201	1242	1429
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C) Kg/m3	1468	1645	1593	1376	1449	1541
PESO ESPECIFICO (S.S.S) (Pe. S.S.S) Kg/m3	2383	2476	2431	2612	2638	2459
ABSORCION (ABS) %	3.02	6.52	6.59	2.29	1.64	3.09
DESGASTE A LA ABRASION (D.A)%	25.1	----------	----------	31.2	28.9	----------

Fuente: Datos Laboratorio

El material calificado para la utilización de la construcción del proyecto vial de la comuna San Vicente de Cucupuro es de las siguientes minas.

Mina de Pintag se encuentra a 59 km aproximadamente del proyecto

El material puede ser utilizado en:

- Material de mejoramiento
- Material de sub bases
- Material de bases
- Agregado grueso para mezclas asfálticas
- Agregados para hormigones con cemento portland

Mina de Pifo se encuentra aproximadamente a 28 km de distancia del proyecto

- Material de mejoramiento
- Material de sub bases
- Material de bases
- Agregado grueso para mezclas asfálticas

- Agregados para hormigones con cemento portland

Con los materiales pétreos de las minas seleccionadas se puede realizar el diseño de los siguientes hormigones:

- f´c = 350 kg/cm2 (para la utilización en pavimento rígido y adoquín)
- f´c =210 kg/cm2 (para utilizar en elementos estructurales de hormigón armado)
- f´c = 180 kg/cm2 (para ser utilizado en la construcción de cunetas, bordillos, aceras y replantillos, cabezales muros de hormigón ciclópeo)

CUADRO No 5 datos de laboratorio

Resistencia a la compresión (f´c) Kg/cm2	MINAS		Agua (Litros)	Cemento Saco de 50 Kg	Arena	/Ripio
	Agregado Grueso	Agregado Fino				
350	Pifo	Pintag	33	1	2.5	2.5
210	Pifo	Pintag	33	1	2.5	3.5
180	Pintag	Pintag	33	1	2.5	4

Fuente: Datos Laboratorio

Minas de Pintag y Pifo

Fuente: José Rodríguez

3.12 ESTUDIO DEL TRÁFICO

El objetivo principal es la determinación del TPDA (trafico promedio diario anual) el cual es fundamental para el diseño de pavimentos.

Mediante este estudio se puede determinar el tipo y número de vehículos que utilizan esta vía, y nos sirve también para la proyección del diseño vial.

El estudio de tráfico se desarrolla bajo dos tipos de actividades, la de campo y la de gabinete. Las actividades de campo vienen dadas por la recopilación de los volúmenes actuales (año 2015) de tránsito, en base a conteos volumétricos clasificados de periodos cortos de duración (2 a 5 días) de los vehículos que circulan por la avenida en estudio.

La segunda actividad se refiere al análisis y procesamiento de la información de campo antes recopilada y a la utilización de información adicional como son las tasas de crecimiento, conteos volumétricos existentes, clasificación por tipo de vehículo, etc., entre los principales resultados a obtener se señalan los siguientes:

- Volúmenes de tráfico en el año 2015, que vendría a ser el (TPDA) actual.

- Características de la demanda, tales como: número de vehículos por tipo, viajes efectuados, frecuencias y horarios en el caso de buses.

- Tráfico promedio diario anual asignado al proyecto para el año base (2.015) y proyectado para 10 y 20 años, que se considera como el período de vida útil del proyecto, según la norma AASHTO 1993.

- Definir el tipo de vía necesaria para el proyecto, tomando en cuenta la demanda de tráfico, durante el período de vida útil.

- Considerar los beneficios que se generarían por efecto de la construcción de la vía, los mismos que estarán relacionados con el ahorro en los costos de operación de vehículos, disminuyendo el tiempo de viaje.

3.12.1 ESTACIONES DE CONTEO

Se debe tomar en cuenta que para garantizar un diseño vial, es necesario conocer las solicitaciones a las que se encuentra expuesta una determinada vía, por lo que es necesario obtener datos reales y confiables, para lo cual, se aconseja realizar mediciones durante varios años, que nos ayuden a desarrollar una base de datos real, y que nos permita manejar proyecciones que se ajusten a los cambios de flujo vehicular.
En los casos en los que no exista información de varios años, según recomienda las normas de diseño geométrico de carreteras editada en 1973, se puede realizar mediciones con tiempos mínimos que abarcan periodos de 24 horas diarias durante una semana completa, es aconsejable incluir fines de semana y días feriados dentro de estos periodos, con la finalidad de conseguir un promedio entre los días normales y los de mayor flujo vehicular.
Sin embargo, para el propósito, se realizaron conteos vehiculares en el km 1+000 en el puente de entrada a la comuna.

3.12.2 VEHÍCULOS DEL PROYECTO.

Se llama vehículo de proyecto o vehículo de diseño un tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

La AASHTO, considera los siguientes vehículos de diseño: el P (automóvil o de pasajeros), el SU (camión sencillo), el Bus, el a-Bus (bus articulado), los Wb-40, Wb-50, Wb-60 (semirremolques), el mh (vehículo de vivienda), el P/T (con tráiler o remolque) y el P/B (con remolque para bote).
Para el desarrollo de este proyecto se ha decidido seguir las equivalencias correspondientes a:

1 liviano = 1 vehículo de diseño

1 bus = 1.76 vehículo de diseño

1 camión = 2.02 vehículo de diseño

1 tráiler = 2.02 vehículos de diseño

3.12.3 CONTEOS VOLUMÉTRICOS DE TRÁFICO

Los conteos manuales fueron realizados en el mes de Julio 2014 (ver anexo 3), durante la jornada que comprendió 11 horas diarias durante cinco días consecutivos, el resultado se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro no 6 datos conteo manual volumétrico

CONTEO MANUAL VOLUMÉTRICO DE TRAFICO							
			DÍAS				
Tipo de Vehículo		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	total
Livianos		26	24	25	20	28	123
pesados	Buses	2	2	2	2	2	10
	camiones	2	0	2	0	4	8
	Tráiler	0	0	0	0	0	0

Fuente: conteo manual José Rodríguez

Cuadro no 7 datos conteo volumétrico

DATOS DE CONTEOS VOLUMÉTRICOS			
Vía Principal Puente			
SENTIDO	**Liv**	**bus**	**Pes**
ESTE-OESTE	60	5	5
TOTAL	70		
OESTE-ESTE	63	5	3
TOTAL	71		

Fuente: conteo manual José Rodríguez

3.12.4 Calculo del tráfico promedio diario anual (TPDA)

Este se basa en la siguiente ecuación:

$$TPDA = TP + TD + TD + TG \qquad \text{[ec. 3.1]}$$

Dónde:

TD = tráfico desviado

TP = tráfico proyectado

TD = tráfico desarrollado

TG = tráfico generado

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

TRÁFICO EXISTENTE: Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

TRÁFICO DESVIADO: Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

3.12.4.1 TRÁFICO PROYECTADO. El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se baSan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

3.12.4.2 TRÁFICO DESARROLLADO. Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.

3.12.4.3 TRÁFICO GENERADO. El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- viajes que no se efectuaron anteriormente.
- viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas

Fuente: Procedimientos Para Proyectos Viales NEVI-12-MTOP-Volumen No1

- facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera.

Se procede al cálculo de los elementos necesarios para la obtención del TPDA:

Estimamos el tráfico actual Ta:

$$T_A = \frac{Total\ de\ vehículos}{tiempo} \qquad \text{[ec. 3.2]}$$

El total de vehículos de diseño se obtiene en el cuadro no 8

Cuadro No 8

CALCULO DEL TOTAL DE VEHÍCULOS DE DISEÑO.				
Tipo de Vehículo		**tráfico Total**	**Facto de conversión**	**Vehículo de diseño**
Livianos		123	0.5	61.5
pesados	**Buses**	10	1	10
	camiones	8	1.5	12
	Tráiler	0	2.5	0
			TOTAL	83.5

Fuente: calculo hoja de exel José Rodríguez

En la cual el tiempo de duración de encuesta fue de: 5 días

Obteniéndose un total de: 83.5 dividido para el número de días tenemos

Ta = 83.5/5 el resultado es 16.7 vehículos/día

Tráfico proyectado TP:

$$Tp = Ta * (1+i)^{n} \qquad \text{[ec. 3.3]}$$

En donde:

i = tasa de crecimiento.

n = período de proyección expresado en años.

Para el valor de la tasa de crecimiento, el MTOP ha realizado estudios a partir del año 1963, en los que ha determinado que para todo el ecuador dicha tasa varía entre el 5% y 7%. Para el cálculo asumiremos el 5%. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años

i = 0.05

n = 20 años

$TP= 16.7\ (1+.05)^{20}$

TP = 44.31 vehículos.

Tráfico desarrollado td:

$TD= TA * (1+ i)^{n-3}$ [ec. -3.4]

$TP= 16.7\ (1+.05)^{20-3}$

TD= 38.27 vehículos

Tráfico desviado td:

TD= 0.20 * (TP +TD) [ec. 3.5]

TD= .2*(44.31+38.27)

TD= 16.52 vehículos

Tráfico generado TG:

TG = 0.25* (TP + TD) [ec. 3.6]

TG = .25*(44.31+16.52)

TG= 20.645 vehículos

Tráfico promedio diario anual (TPDA):

TPDA = TP +TD +TD +TG [ec. 3.7]

TPDA = 44.31+38.27+16.52+20.645

TPDA = 119.74 vehículos

TPDA 120 vehículos.

3.13 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN EL M.T.O.P. NORMAS NEVI

El MTOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica.

Según el tráfico proyectado para 20 años a la vía en estudio tenemos que es de 120 vehículos por día, valor con el que refiriéndonos al cuadro siguiente basada en el cuadro iii – i del libro de normas y diseño geométrico de carreteras (nevi) emitido por el MTOP la vía a diseñarse estaría enumerada en una carretera de cuarto orden.

Cuadro no 9 clasificaciones de carreteras según el MTOP

función	categoría de la vía		TPDA esperado
corredor arterial	r - i o r - ii	(tipo)	>8000
	i	todos	3000 - 8000
	ii	todos	1000 - 3000
colectora	iii	todos	300 - 1000
	iv	5,5e,6 y 7	100 - 300
vecinal	v	4 y 4e	<100

Fuente:(MTOP (nevi))

3.14 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS VÍAS DEL PROYECTO

3.14.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Con la obtención de coordenadas utm, del sistema geodésico mundial wgs 84 mediante GPS de precisión, se procede al arranque del polígono base para el levantamiento topográfico del área de estudio, cuyos detalles planimétricos están determinados con sus respectivas coordenadas norte, este de proyección UTM DATUM WGS 84 Quito y elevación o cota, relativa al nivel medio del mar, obtenidas con GPS de precisión, a través del rastreo satelital.

Luego de un recorrido de campo de toda la zona de proyecto, se definirá los sitios para los estudios de levantamiento topográfico los mismos que tendrán referencias en el terreno materializados con estacas de madera a razón que sean visibles para los equipos topográficos.

3.14.1.1 POSICIONAMIENTO GEODÉSICO SATELITAL

Para la determinación de los puntos se realizó el posicionamiento GPS utilizando el método relativo estático diferencial con tres receptores trimble r8 l2 equipos que permiten la medida de la línea base hasta 40 km. con una precisión de 0.020m + 1ppm.

Para garantizar una correcta recepción de la información satelital GPS, se cumplirá con los siguientes procedimientos:

Tiempo de recepción mínima	: 1 hora
Ángulo de enmascaramiento	: 10 grados
Número de satélites mínimo enlazado	: 08
Intervalo de grabación	: 10 segundos
Horas de recepción óptimas	: pdop menor a 4
Tipo de posicionamiento	: estático

Correcta nivelación y centrado de la antena sobre el punto considerando que el eje vertical de la antena sea perpendicular al centro geométrico del punto a determinarse correcta medida de la altura inclinada de la antena.

Creación de una red geodésica aplicando el sistema de posicionamiento geodésico satelital, para este caso y tomando en cuenta la superficie, se realizara el rastreo de dos puntos de control (GPS) de precisión sub-centimétrica distribuidos en la zona de estudio; de tal manera que nos permita llevar un control del levantamiento topográfico, tanto para la posición horizontal como vertical o altimétrica.

Georeferenciacion y antena base
Fuente: Fernando Rodríguez

3.14.1.2 ENLACE DE COORDENADAS PLANAS

Empleando el sistema de posicionamiento GPS de precisión, l2 se enlazará a un vértice de la red básica de control de instituto geográfico militar (IGM), que se establece para este proyecto.

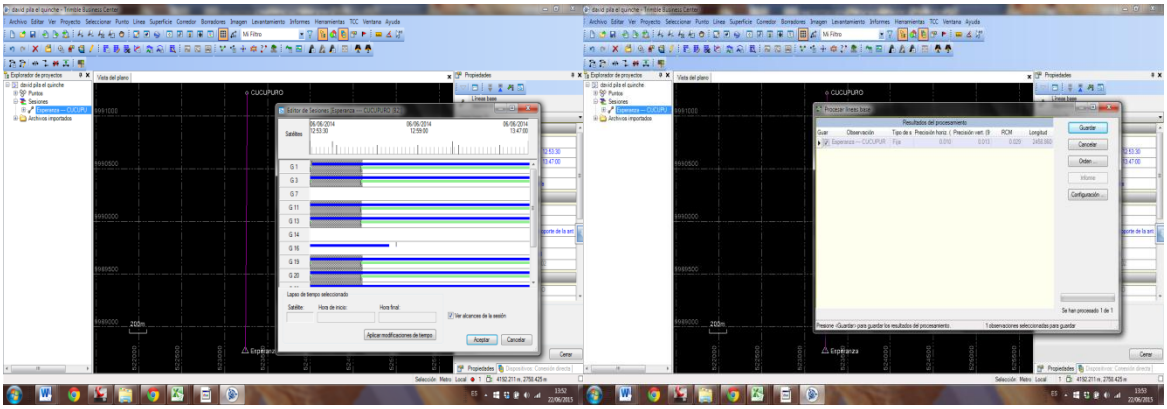
Los receptores se dispondrán en modalidad diferencial al recibir simultáneamente dos antenas receptoras formando un vector entre el punto base IGM, y el primer punto radial en la zona del proyecto, cuya precisión es de 5 mm + 1 ppm en horizontal y 10 mm + 1 ppm en vertical.

Los datos son procesados en el programa GPS de trimble business center, obteniendo una solución de coordenadas ajustadas al sistema geodésico mundial wgs84, cuyos parámetros básicos son.

Universal transverso de mercator, (utm).

Zona 17 sur

Longitud del meridiano central	78° 00` 00” w
Factor de escala meridiano central	0.99960000 m
Latitud de origen	00° 00` 00” n
Falso norte	10 000 000 m
Falso este	500 000 m
Datum geodésico	186 wgs 1984
Factor de escala	1.000458
Modelo del geoide	egm96 (global)



Procesamiento puntos de control

3.14.1.3 POLÍGONO BÁSICO

Al iniciar el polígono base para el levantamiento topográfico, se estaciona en un punto GPS, y observando a un segundo punto GPS determinado como línea base de partida se

establecerá los valores de las coordenadas planas de todos los puntos auxiliares o polígonos secundarios de los que se realizaran las radiales de todos los detalles existentes en el terreno.

En la determinación del polígono básico se utiliza una estación total marca trimble m3, de 2 segundos de precisión angular y 2 ppm de precisión en la medición de distancias.

partiendo del punto estación GPS inicial, se planifica un polígono que recorrerá perimetralmente al área del proyecto, de tal manera que en cada estación nueva determinada, se realiza una comprobación angular de cierre y de distancia, operación que realiza la estación total como procedimiento de verificación al transitar de una a otra estación.

3.14.1.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CAMPO

Obtenidas las coordenadas de arranque se procederá a realizar el registro de los detalles de campo, lo que nos llevara a obtener información para posterior análisis de diseños, rediseños o nuevas construcciones civiles, es importante destacar que en la lectura de la medida con estación total y sistema RTK se obtienen directamente las coordenadas norte, este y la altura de cada punto de detalle topográfico.

La red geodésica y la información de los polígonos principal y auxiliares están debidamente registrados y monumentados en campo; de tal manera que puedan ser utilizados posteriormente de acuerdo a la conveniencia para control de los trabajos posteriores.

Levantamiento topográfico con RTK

Fuente: José Rodríguez

Levantamiento topográfico con estación total

3.14.1.5 MONUMENTACIÓN O ESTACADO DE REFERENCIAS

Para control del trabajo topográfico y posterior seguimiento de las obras, se dejaran referencias distribuidas adecuadamente en función de la visibilidad y alcance de los instrumentos topográficos, con estacas y/o clavos de acero empotrados en zonas perennes debidamente referenciados pintados de color rojo.

3.14.1.6 EQUIPO UTILIZADO:

- Estación total trimble m3
- kid de GPS trimble r8 RTK doble frecuencia l2
- Computador portátil lap top
- Prismas, bastones retráctiles porta prismas,
- Trípode para estación, trípodes para bastón, radios Motorola
- Vehículo para movilización.

3.15 PROCESO DE DISEÑO GEOMÉTRICO

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial.
Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte.

3.15.1 CARACTERÍSTICAS PARA LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO

Los parámetros fundamentales que se deben considerar en todo trazado de carreteras son las siguientes:

3.15.2 CARACTERÍSTICAS HUMANAS

Se refieren a la visión, percepción, aspectos psicológicos, eficacia, fatiga aspectos fisiológicos, tiempos de percepción y reacción del conductor. Para el ecuador, se considera tiempos de percepción de 1 seg y de reacción de 2 seg; alturas del ojo del conductor de 1.05m para vehículos livianos, 2.0 m para vehículos pesados y del obstáculo de 0.15 m (trrl - oda hacia vías más seguras en países en desarrollo).

3.15.3 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO

Las características de funcionamiento de un vehículo están ligadas con los siguientes parámetros (pie, potencia, visibilidad, velocidad, radio mínimo de giro) características generales de acuerdo a normas internacionales.

3.15.4 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, la gradiente, la capacidad de flujo y nivel de servicio, las intersecciones, y las facilidades intermedias.

Desde el punto de vista geométrico se puede definir a un camino, en el plano horizontal, como un conjunto de alineaciones rectas unidas entre sí por curvas que cumplen la condición de tangencia, y en el plano vertical como un conjunto de líneas de gradiente, enlazadas con curvas de redondea miento tangentes a dichas líneas.
Los criterios a aplicar en los distintos casos se establecen mediante normas y recomendaciones que el proyectista debe respetar y en lo posible, dentro de límites económicos razonables, superar, para lograr un trazado que satisfaga las necesidades del tránsito y brinde la calidad del servicio que se pretende obtener de la carretera como se menciona a continuación algunos criterios básicos:

- Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera.

Sabemos el rango de pendientes permisibles para el proyecto, las normas dicen que se debe identificar el radio mínimo de curvatura al cual debemos unir las alineaciones a colocar, sin embargo estos datos son informativos para la colocación de la línea cero la misma que debe ser colocada de la siguiente manera.

1. Colocar lo más centrado en la faja topográfico disponible.

2. Utilizar como pendiente mínima el 0.5%.

3. Nunca colocar la línea cero con la máxima pendiente permisible para el tipo de vía.

4. Si en la faja topográfica se identifica el polígono del levantamiento una buena medida es acercarse con la línea cero al polígono pues se está aprovechando el terreno.

5. No cambiar la pendiente en la línea cero para longitudes cortas se recomienda mantener la pendiente en longitudes mayores o iguales a 100 metros con excepción de los saltos los cuales se prevea utilizar para salvar dificultades en el terreno que permiten la continuidad.

6. La línea cero se identifica cortando puntos entre curvas de nivel progresivas nunca se debe realizar entre curvas atrás y adelante sucesivamente.

7. Los saltos con la línea cero deben tener longitudes compatibles con los accidentes del terreno que ilustra la faja topográfica.

8. Dependiendo el lado del proyecto que se ponga de línea cero será corte o relleno.

- si el proyecto pasa por la línea cero, el eje no hace ni corte ni relleno.

- si el proyecto pasa por encima de la línea cero, el eje produce corte.

- si el proyecto pasa por debajo de la línea cero, el eje produce relleno.

Tomando en cuenta el valor de la pendiente transversal (n) se decide dónde colocar las tangentes.

Fuente: 01-12-2013_manual_nevi-12_volumen_2a

9. Una vez colocado el eje este se proyectara en el plano vertical, el menor valor de gradiente para permitir el drenaje de las aguas es de 0.5%.

10. El proyecto vertical tiene como objetivo el menor movimiento de tierras. El proyecto horizontal será la base para iniciar el proyecto vertical.

11. Una vez obtenido el perfil del terreno se colocan las alineaciones tangentes de acuerdo a las siguientes reglas.

- la gradiente del proyecto vertical es igual a la gradiente de la línea cero ± 1%

- la cota del proyecto es igual a la cota de la línea cero ± 2m.

3.16 NORMAS DE DISEÑO

Además se define al diseño geométrico de un camino como una técnica que maneja en forma científica y normalizada los elementos geométricos que lo constituyen.

Dentro de los parámetros básicos de diseño geométrico tenemos que considerar las características del tráfico, la velocidad vehicular, el volumen y su composición.

El tráfico es uno de los datos más importantes dentro del diseño geométrico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea el volumen máximo de vehículos que la carretera a proyectarse pueda absorber.

El tráfico en consecuencia afecta directamente a las características de diseño geométrico.
La velocidad de diseño gobierna los siguientes valores de diseño: radio de curvatura, peralte, sobre ancho, curvas de transición, distancias de visibilidad al frenado y al rebasamiento, pendientes longitudinales.

El volumen y composición del tráfico se reflejan en la sección transversal y en todo lo que tiene que ver con la capacidad.

Fuente: Nevi-12-MTOP-procedimiento para proyectos viales-volumen-No-1

Otro de los factores básicos del diseño geométrico es la topografía del terreno sobre la que se desarrolla el proyecto, es decir es un factor determinante y por lo tanto influye en el alineamiento, gradientes, distancias de visibilidad, secciones transversales, etc.

En muchas ocasiones, la naturaleza del terreno determina el tipo de carretera a diseñarse. Así pues, para un terreno plano una carretera de dos carriles puede ser apropiada, pero para un terreno accidentado o montañoso puede necesitarse un carril adicional para el accenso de vehículos pesados en ciertos tramos. Además en el cálculo de valores geométricos intervienen, el volumen de tráfico TPDA, la velocidad de diseño y la topografía del terreno: llano (ll), ondulado (o), montañoso (m), se calculará en forma analítica dentro de las normas que para el objeto cada país las dicta.

Las normas para diseño geométrico de carreteras del MTOP han sido preparadas tomando como base las recomendaciones de la asociación de funcionarios de carreteras estatales AASTHO.

3.16.1 VELOCIDAD DE DISEÑO VIAL.

La velocidad adoptada para el diseño es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 km/h. debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado.

Cuadro no 10 velocidades de diseño del MTOP según la clasificación de la vía.

	velocidad de diseño en km/h											
	básica				permisible en tramos difíciles							
	(relieve llano)				(relieve ondulado)				(relieve montañoso)			
	para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
categoría de la vía	recom	absoluta	recom	absoluta	recom	absoluta	recom	absoluta	recom	absoluta	recom	absoluta
r - i o r - ii	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
i	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
ii	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
iii	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
iv	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
v	60	50	60	50	**50**	**35**	**50**	**35**	40	25	40	25

Mediante el cuadro anterior de velocidades de diseño del MTOP[7] obtenemos que para la carretera de V orden y con terreno ondulado la velocidad de diseño para zona rural vecinal recomendada es de 50 km/h, y la velocidad absoluta de diseño es de 35 km/h.

3.16.2 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

La velocidad de circulación 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, la velocidad de circulación es un porcentaje de la velocidad de diseño.

La relación que existe entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación, para el caso de volúmenes de tráfico bajos, está dado por la siguiente ecuación:

$$\boxed{VC = 0.8 * vd + 6.5} \quad (TPDA < 1000) \qquad [ec.\ 3.8]$$

Dónde:
VC = velocidad de circulación expresada en km/hora
VD= velocidad de diseño expresada en km/hora

Con la velocidad de diseño calculada previamente vd = 50km/h y aplicando la ecuación 3.8 obtenemos que la velocidad de circulación para el proyecto es:
VC = 46.5 km/h para (TPDA <100)

Para la zona urbana la velocidad de circulación es de 40 km/h y para la zona rural es de 55 km/h.

7 ministerios de transporte y obras públicas

3.16.3 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

Se le denomina distancia de visibilidad a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él.

En la distancia de visibilidad existen dos aspectos:

- La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
- La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

En el cuadro no 9 se consignan los diversos valores de diseño para las distancias de visibilidad de parada de un vehículo que se recomiendan sean aplicados en el país.

CUADRO No 11:

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHÍCULO (Metros)

Criterio de Diseño: pavimentos mojados

Clase de Carretera					Valor recomendable				Valor Absoluto		
					L	O	M		L	O	M
R-I	o R-II	>	8000	TPDA	220	180	135		180	135	110
I	3000	a	8000		180	160	110		160	110	70
II	1000	a	3000		160	135	90		135	110	55
III	300	a	1000		135	110	70		110	70	40
IV	100	a	300		110	70	55		70	35	25
V	Menos	de	100		70	55	40		55	35	25

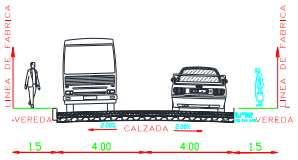
FUENTE: normas Nevi-12- volumen-6

3.16.4 SECCIÓN TÍPICA ADOPTADA

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende de los parámetros indicados en las normas de diseño. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta en los beneficios a los usuarios así como los costos de mantenimiento.

El ancho de la sección transversal típica está constituido por ancho de:

- pavimento
- veredas
- taludes de interiores
- pendiente transversal
- cunetas



Fuente: Dibujo-José Rodríguez

Para el caso el ancho del pavimento viene dado por el volumen y composición del tráfico y las características del terreno.

Dado el orden de la vía en base al volumen de tráfico, siendo de iv orden en el libro de normas NEVI del MTOP, debe tener un ancho de 4.00 m lo suficientemente adecuado y recomendable para evitar el deterioro del pavimento.

El cuadro que está a continuación indica los valores del ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, según las normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP.

Cuadro No12 ancho de la calzada en función de los volúmenes de tráfico.

ancho de la calzada		
	ancho de la calzada (m)	
clase de carretera	recomendable	absoluto
r-i o r-ii > 8000 TPDA	7,30	7,30
i 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
ii 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
iii 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
iv 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
v menos de 100 TPDA	4,00	4,00

FUENTE: normas Nevi-12- volumen-6

CAPITULO IV

4 DISEÑO GEOMÉTRICO

Un trazado óptimo es aquel que es adaptado económicamente a la topografía del terreno, es decir, que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible, constituyendo la elaboración a detalle km. a km. del proyecto.
En los estudios y diseños preliminares se trabajaran en gabinete y sobre la faja topográfica, con curvas de nivel a intervalos de 1m las menores y las mayores o maestras a cada 5m.

DISEÑO HORIZONTAL

4.1 DISEÑO DE TANGENTES

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama pi y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina ´´α´´ (alfa).
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia.

El alineamiento horizontal depende de:

- la topografía
- características hidrológicas del terreno,
- condiciones del drenaje,
- características técnicas de la subrasante
- potencial de los materiales locales

4.2 DISEÑO DE CURVAS CIRCULARES

4.2.1 GRADO Y RADIO DE CURVATURA.

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, compuestas y reversas.

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

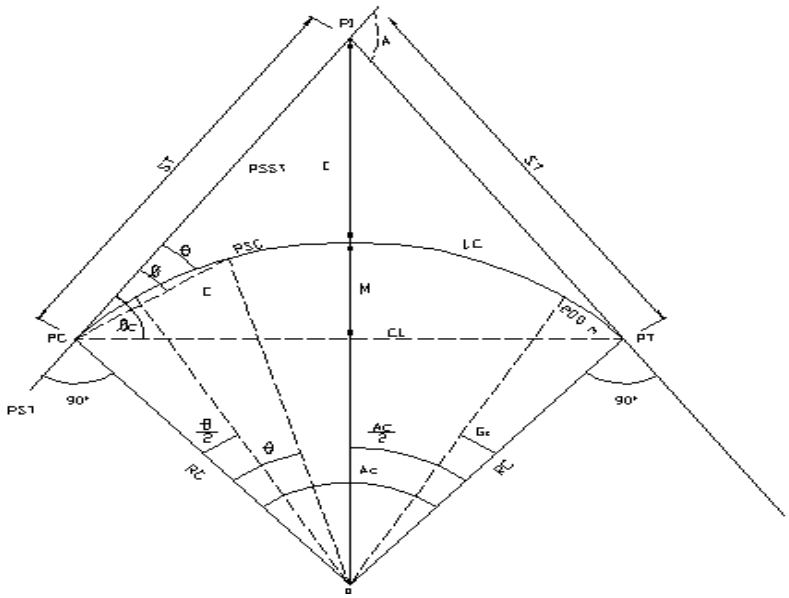
GRADO DE CURVATURA: Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño. El grado de curvatura constituye un valor significante en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra gc y su fórmula es la siguiente:

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \qquad \text{[ec. 4.1]}$$

RADIO DE CURVATURA: Es el radio de la curva circular y se identifica como "r" su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145.92}{Gc} \qquad \text{[ec. 4.2]}$$

CURVAS CIRCULARES SIMPLES: Es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio, que es asignado por el diseñador como mejor convenga a la comodidad de los usuarios de la vía y a la economía de la construcción y el funcionamiento.



http://civilcad.com.mx/diseno-geometrico-de-caminos-sct/

pi	*punto de intersección de la prolongación de tangentes*
pc	*punto donde comienza la curva circular simple*
pt	*punto en donde termina la curva circular simple*
pst	*punto sobre la tangente*
psst	*punto sobre la subtangente*
psc	*punto sobre la curva circular*
o	*centro de la curva circular*
α (a)	*Angulo de deflexión de la tangente*
αc	*Angulo central de la curva circular*
ø	*Angulo de deflexión a un psc*
ǿ	*Angulo a una cuerda cualquiera*
ǿc	*angulo de la cuerda larga*
gc	*grado de curvatura de la curva circular*
rc	*radio de la curva circular*
st	*subtangente*
e	*externa*
m	*ordenada media*
c	*cuerda*
cl	*cuerda larga*
lc	*longitud de la curva circular*

$$RC = \frac{114592}{gc} \qquad C = 2.rc.sen\ \frac{\boldsymbol{\theta}}{2} \qquad CL = 2.rc.sen\ \frac{ac}{2}$$

$$ST = rc\ tan.\ \frac{ac}{2} \qquad t = \frac{200}{gc}$$

RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL

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 (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

Ecuación para el radio mínimo:

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

Dónde: [ec. 4.3]

R = radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = velocidad de diseño, km/h.

Fuente: normas NEVI-12-volumen-2A

F = coeficiente de fricción lateral.

E = peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Como se observa es inversa la relación entre el radio y el peralte, obviamente el radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte.

El MTOP ha tabulado estos valores correspondientes a los radios mínimos en función de la velocidad de diseño.

CUADRO No. 13 valores del radio mínimo de curvatura

velocidad de diseño (kph)	peralte máximo e	f máximo	total e+f	radio mínimo calculado (m)	radio mínimo redondeado (m)
40	0.1	0.1650	0.265	47.5412272	50
50	0.1	0.1600	0.26	75.7116899	80
60	0.1	0.1580	0.258	109.869987	110
70	0.1	0.1462	0.2462	156.712742	160
80	0.1	0.1400	0.2400	209.973753	210
90	0.1	0.1337	0.2337	272.911971	275
100	0.1	0.1274	0.2274	346.262786	350
110	0.1	0.1211	0.2211	430.916285	435
120	0.1	0.1149	0.2149	527.621344	530

Fuentemanual de diseño geométrico 1973(2003) NEVI

Los radios mínimos se debe utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas, cuando la topografía es montañosa o escarpada, en intersecciones en caminos entre sí, etc.

4.3 PERALTE DE CURVAS

Cuando un vehículo ingresa a una curva está sujeto a la acción de la fuerza centrífuga que tiende a voltearlo o sacarlo de su vía de circulación.

Como se conoce la fuerza centrífuga crece con el cuadrado de la velocidad y es inversa al valor del radio de curvatura.

$$f = \frac{m*v^2}{r} = \frac{p*v^2}{g*r}$$

En el cual:

$$m = \text{masa} = \frac{p*v^2}{g*r}$$

p = peso del vehículo

g = aceleración de la gravedad = 9.78m/seg2

v = velocidad de diseño

r= radio de curvatura, expresado en metros.

4.3.1 MAGNITUD DEL PERALTE

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, han adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

La recomendación del peralte máximo para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto para velocidades de diseño mayor a 50 km/h es el 10%; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 km/h. para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

Fuente: normas NEVI-12-volumen-2A

Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub.-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.

Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

La ecuación para el cálculo del peralte finalmente queda definida: [ec. 4.4]

$$e = \frac{v^2}{127r} - f$$

El valor del coeficiente de fricción transversal f depende de varios factores, tipos y estado de la capa de rodadura, humedad del pavimento, labrado de las llantas, presión de los neumáticos, presencia o no de nieve, velocidad de circulación y finalmente del peralte.

Estos valores de f varían en un rango de 0.15 a 0.40, valores determinados en forma experimental.

De acuerdo con las experiencias de la: AASTHO, el valor de f correspondiente al peralte viene dado por: $f = 0.19 – 0.000626v$.

En la siguiente tabla se presentan los valores considerados en el proyecto para el cálculo del desarrollo del peralte.

CUADRO No 14

NORMAS DEL M.T.O.P	VALOR
e (peralte máximo)	10 %
a (ancho de la calzada)	7.20 m
b (bombeo de la calzada)	2%
i (gradiente longitudinal)	0.05%
lt (longitud de transición)	40.0 m
x ó lp (longitud del peralte)	15.0 m

Radio	Velocidades				Radio	Velocidades				
	40 kph	50 kph	60 kph	70 kph		80 kph	90 kph	100 kph	110 kph	120 kph
					4500					SN
					4000				SN	CP
					3500			SN	SN	0,023
					3400		SN	SN	CP	0,024
1700				SN	3000		SN	CP	0,023	0,028
1600				SN	2500	SN	CP	0,023	0,028	0,033
1500				CP	2000	SN	0,024	0,028	0,035	0,042
1400				0,021	1900	CP	0,026	0,030	0,037	0,044
1300			SN	0,023	1800	0,021	0,027	0,031	0,039	0,046
1200			SN	0,024	1700	0,023	0,028	0,033	0,041	0,049
1100			CP	0,027	1600	0,024	0,030	0,035	0,044	0,052
1000			0,021	0,029	1500	0,025	0,032	0,037	0,046	0,055
900		SN	0,023	0,032	1400	0,027	0,034	0,040	0,050	0,058
800		SN	0,026	0,036	1300	0,029	0,037	0,043	0,054	0,062
750		CP	0,028	0,038	1200	0,031	0,040	0,046	0,058	0,066
700		0,021	0,030	0,040	1100	0,033	0,043	0,050	0,062	0,074
600	SN	0,025	0,034	0,046	1000	0,036	0,047	0,055	0,067	0,076
500	SN	0,029	0,040	0,053	900	0,040	0,052	0,060	0,072	0,081
460	CP	0,032	0,043	0,057	800	0,045	0,057	0,066	0,078	0,086
400	0,023	0,036	0,048	0,064	750	0,048	0,061	0,070	0,081	0,088
350	0,026	0,041	0,054	0,070	700	0,050	0,064	0,073	0,084	0,091
300	0,030	0,047	0,062	0,077	600	0,058	0,072	0,080	0,090	0,096
250	0,035	0,055	0,072	0,085	535	0,064	0,077	0,085	0,094	0,100
210	0,042	0,064	0,080	0,092	500	0,067	0,080	0,088	0,096	R_{min}:535m
200	0,044	0,066	0,082	0,093	460	0,072	0,084	0,091	0,098	
160	0,055	0,077	0,091	0,100	435	0,074	0,086	0,093	0,100	
150	0,058	0,079	0,092	R_{min}:160m	400	0,078	0,089	0,096	R_{min}:435m	
115	0,072	0,089	0,100		350	0,084	0,093	0,100		
110	0,074	0,091	R_{min}:115m		300	0,090	0,098	R_{min}:350m		
80	0,086	0,100			275	0,093	0,100			
75	0,089	R_{min}:80m			250	0,096	R_{min}:275m			
50	0,100				210	0,100				
	R_{min}:50m					R_{min}:210m				

SN : Seccion Normal

CP : Curva con Peralte

Fuente:– manual de diseño geométrico (2003) NEVI

4.3.2 DESARROLLO DEL PERALTE

Hemos definido al peralte como la inclinación transversal ´´e´´ que se da en curva, al camino, estableciendo un desnivel ´´h´´ entre los bordes interno y externo de la misma, desnivel que en los tramos rectos se dan entre el eje y los bordes de la calzada, constituyendo el ´´bombeo´´ de la sección normal.

Es decir que en cada oportunidad que pasamos de una alineación recta a una curva tenemos que realizar una transición de la sección transversal. Si la transición la hacemos de manera brusca surgirán problemas de circulación y de incomodidad de los usuarios, de allí que se han desarrollado técnicas para que la transición se haga en forma gradual.

Mayor relevancia en el cálculo de la longitud de borde adicional a la del trazado vertical, que genera el peralte. Todas las normas indican que debe ser menor al 1 % la pendiente de borde. Las normas del MTOP dan los valores siguientes:

CUADRO No 15

Velocidad de Diseño (KPH)	gradiente longitudinal (necesaria para el desarrollo del peralte porcentaje)	Recomendación desarrollo de máximo peralte (porcentaje)
30	---	0.8
40	0.7	0.8
50	0.65	0.8
60	0.6	0.7
70	0.55	0.7
80	0.5	0.6
90	0.47	0.6
100	0.43	0.5
110	0.4	0.5

Fuente: manual de diseño geométrico nevi

El MTOP recomienda para el cálculo de la longitud de la curva de transición la ecuación: [ec. 4.5]

$$Le = 0.072 \frac{v^3}{r}$$

Le = longitud de transición.

V = velocidad en kph.

Cuando los radios de curvatura son amplios, mayores al radio mínimo de curvatura, el empleo de la curva de transición se vuelve optativo, más bien su empleo guarda relación con la comodidad que se desea dar a la circulación vehicular.

4.3.3 LONGITUD TANGENCIAL

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al ´´TE´´ de la curva espiralizada que se va a peraltar o, en el caso de la curva circular de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición.

La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula (en función de la longitud de transición).

$$x = \frac{e'.l}{e}$$

e’ = pendiente lateral de bombeo, %.

e = peralte en la curva circular, %.

L = longitud de transición del peralte, m

4.3.4 TANGENTE INTERMEDIA MÍNIMA

Cuando las condiciones de diseño geométrico son adversas se debe diseñar con curvas reversas con tangente intermedia corta, si bien esta solución no es la más recomendada, es la que permite adaptarse a las condiciones topográficas del terreno.

Geométricamente se resuelve el problema determinando una magnitud ti como mínima que permita desarrollar el peralte de las dos curvas consecutivas reversas. cuando utiliza curva de transición la tangente intermedia (Ti) viene dada por: [ec. 4.6]

$$Ti = \frac{le1}{2} = \frac{le2}{2} + 2x$$

En casos críticos por: $$Ti = \frac{le1}{2} = \frac{le2}{2}$$

Cuando no se utiliza curvas de transición la tangente intermedia viene dada por:

$$Ti = \frac{2/1}{3} + \frac{2/2}{3} + 2x$$

En casos críticos por: $$Ti = \frac{l1}{2} + \frac{l2}{2}$$

Jamás t1 debe ser menor de 40 metros de acuerdo a las normas del MTOP nevi.

4.3.5 LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS HORIZONTALES

Cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño se asume valores de radio mayores por cuanto hay que satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

La mínima longitud del arco circular estará en relación con la longitud de transición ya que esta se desarrolla ocupando parte del arco circular que se peralta, algunos autores estiman que esta longitud de transición debe estar entre 40 y 90 m dependiendo de la velocidad de diseño.

4.3.6 RADIO MÍNIMO A PARTIR DEL CUAL NO SE REQUIERE CURVAS ESPIRALES

Atendiendo al factor comodidad se ha determinado que si el desplazamiento del arco circular es menor a 0.10 mm se requiere de curva de transición para desarrollar el peralte.

Normas-de-Diseno-Geometrico-2003#scribd

En forma aproximada se puede calcular P (desplazamiento del arco circular), así:

$$P = \frac{le^2}{24r}$$

Se ha determinado la longitud de transición en atención a la comodidad

$$Le=2.72x \quad = \frac{V}{A} \times \frac{(0.007865xv^2-P)}{R}$$

Le = longitud de enlace en m

A = aceleración que varía entre 0.3 y 0.6 m / seg^3

V = velocidad en km / h

P = desplazamiento del arco circular en m.

Se conoce además que el radio mínimo a partir del cual ya no es necesario el peralte es:

$$r = 0{,}098.v2$$

El MTOP da para estos límites la siguiente escala de valores:

Cuadro No 16 radio mínimo en función de la velocidad y a partir del cual ya no es necesario espirales

Velocidad de Diseño (KPH)	Radio mínimo a partir del cual no es necesario usar espirales (metros)
30	90
40	160
50	250
60	400
70	500
80	700
90	800
100	1000
110	1200
110	1500

Fuente:manual de diseño geométrico nevi

El uso de curvas de transición se torna obligatorio para los tramos críticos de diseño, en donde por lo regular se usan radios mínimos o próximos a estos.

Cuando en el diseño intercalamos curvas de transición, estamos procurando una curva que guía al conductor a mantener el vehículo en su vía normal de circulación, así como dar al usuario mayor comodidad, no así cuando desarrollamos el peralte en recta, sobre elevamos el borde exterior del camino donde aún no aparece la fuerza centrífuga, que resulta inconveniente para la comodidad del usuario.

DISEÑO VERTICAL

4.4 ALINEAMIENTO VERTICAL.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

4.4.1 CRITERIOS GENERALES.

El ministerio de Obras Públicas del Ecuador emite los siguientes criterios:

- Se deben cortar los perfiles con Gradientes reversos agudos y continuados, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro, esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves lo que significa mayores cortes y rellenos.

- Deben evitarse perfiles qué contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.

- En ascensos largos, es preferible que las pendientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se lo suavice, también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto pendiente

Fuente: Manual para revisión estudio y diseño geométrico-Nicaragua

suave en el cual los vehículos pesados puedan aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo suave.

Esto es aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

4. En la relación de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado, se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada.

4.4.2 GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. En la siguiente tabla se muestra los valore de diseño de las gradientes longitudinales.

Tabla No1 Valores de Diseño de las gradientes Longitudinales.

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS (PORCENTAJE)											
Clase de Carretera					Valor recomendable				Valor Absoluto		
					L	O	M		L	O	M
R-I	o R-II	>	8000	TPDA	2	3	4		3	4	6
I	3000	a	8000	TPDA	3	4	6		3	5	7
II	1000	a	3000	TPDA	3	4	7		4	6	8
III	300	a	1000	TPDA	4	6	7		6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8		6	8	12
V	Menos	de	100	TPDA	5	6	8		6	8	14

Fuente: normas_ nevi

La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores: Para gradientes del:

8—10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.

10—12%, 500 m. 1

2—14%, 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1º, 2º y 3º clase).

GRADIENTES MÍNIMAS. La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

4.4.3 LONGITUDES CRÍTICAS DE GRADIENTES PARA EL DISEÑO.

El término "longitud crítica de gradiente" se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa. A fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.

4.4.4 CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS.

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos.

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple.

4.4.4.1 CURVAS VERTICALES CONVEXAS.

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

4.4.4.2 CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS.

No existe un criterio único respecto de la longitud para el diseño de esta clase de curvas. Existen cuatro criterios diferentes con el fin de establecerla, que son:

- Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta
- Comodidad para conducir y para los usuarios
- Control de drenaje
- Apariencia de la vía.

Es decir que por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La longitud de la curva dependiendo del tipo de curva, son expresadas por las siguientes fórmulas.

Curva Vertical Cóncava	Curva Vertical Convexa
$\mathbf{L_{CV}} = A * (S^2 / (122 + 3.5*S))$	$\mathbf{L_{CV}} = A * S^2 / 426$

Fuente: Manual para revisión estudio y diseño geométrico-Nicaragua

Donde:

L= Longitud de la curva vertical, expresada en metros.

A = diferencia de pendientes (m_1-m_2), expresada en porcentajes.

S= distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

4.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

4.5.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los pavimentos flexibles están conformados estructuralmente por capas de materiales granulares compactados y una superficie de rodadura (construida normalmente a base de concreto asfáltico) la cual forma parte de la estructura del pavimento. La superficie de rodadura al tener menos rigidez se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub-rasante.

Fuente: deterioros en pavimentos flexibles y rígidos-universidad austral de Chile

OBJETIVOS

El siguiente estudio tiene como finalidad los siguientes objetivos:

- Determinar las propiedades mecánicas de la sub-rasante.
- Determinar los espesores de las capas para la estructura del pavimento.

Para la elaboración del diseño de pavimento flexible para el proyecto vial de la comuna San Vicente de Cucupuro se considera emplear el método AASHTO aplicado en ecuador año 1993, (american association of state highway and transportation officials), con el que obtenemos los siguiente resultados.

4.5.2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

4.5.2.1 SUB-BASE

Es la capa de material seleccionado que se coloca sobre de la subrasante. Se constituye por material seleccionado y graduado proveniente de cantera es de mejor calidad que la subrasante.

Deberá cumplir con los siguientes requisitos que se muestran en la siguiente tabla

Granulometría:- tamaño máximo 3´´

Tabla 2: granulometría para las diferentes clases de sub-base

tamiz	porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada		
	clase 1	clase 2	clase 3
3”	-	-	100
2“	-	100	-
11/2”	100	70-100	-
n.- 4	30-70	30-70	30-70
n.- 40	10-35	-	-
n.- 200	0-15	0-20	0-20

(Normas 01-12-2013_manual_nevi-12 403-1.1.)

Plasticidad:- el material pasante el tamiz n.- 40 tendrá:

Límite líquido será hasta el 35 %

Índice plástico hasta 12%

Contracción lineal entre 3 y 6%

El material se compactará entre 95 y 100 %.

4.5.2.2 CAPA BASE.-

Es la estructura del pavimento que está en contacto con la capa de rodadura, para la base se empleará materiales pétreos triturados de la más alta calidad.

Lo agregados pétreos para las capas de base deberán cumplir las exigencias que se muestran en la tabla.

De la mina de Pifo se obtendrá los materiales pétreos para la capa base ya que cumple con las granulometrías exigidas por la norma.

Granulometría: tamaño máximo 2”

Tabla 3: granulometría para las diferentes clases de base

tamiz	porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de la malla cuadrada	
	tipo a	tipo b
2“	100	-
11/2”	70-100	100
1"	55-85	70-100
3/4"	50-80	60-90
3/8"	35-60	45-75
n.- 4	25-50	30-60
n.-10	20-40	20-50
n.- 40	10-25	10-25
n.- 200	2-12	2-12

(Normas 01-12-2013_manual_nevi-12 404-1.1).

Los agregados retenidos en el tamiz n.- 4 deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40 %.

La porción de agregado que pase el tamiz n.-40 deberá carecer de plasticidad. La base mezclada en planta deberá ser transportada a la plataforma del camino, evitándose la segregación de los componentes de la mezcla. Inmediatamente después de terminar la distribución y conformación del material mezclado, cada capa de base deberá compactarse en su ancho total por medio de un rodillo liso.

4.5.2.3 CONCRETO ASFÁLTICO.-

Este trabajo consistirá en la construcción de capa de rodadura de concreto asfáltico colocado sobre la base existente. Los agregados para el hormigón asfáltico deberán cumplir los requisitos que se muestran en la tabla

Granulometría.- tamaño ½ " de los agregados para el Hormigón asfáltico

Tabla 4: granulometría de los agregados para el hormigón asfáltico

porcentaje que pasa el tamiz	% de asfalto
n.-3/8"	80-100
n.- 4	55-75
n.-8	35-50
n.-30	18-29
n.-50	13-23
n.-100	8-16
n.-200	4-10

(Normas 01-12-2013_manual_nevi-12 405-4.1).

La mezcla asfáltica deberá satisfacer las exigencias siguientes:

Tabla 5: requisitos para la mezcla asfáltica

procedimiento Marshall	tráfico menor a 2000 vehículos
n.- de golpes por carga	50
Estabilidad mínima kg.	450
flujo en milímetro	2 - 4.5
% de vacío de la mezcla total	3 - 5

(Normas 01-12-2013_manual_nevi-12 405-5.1).

4.5.3 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para determinar la carga equivalente se considera como transito combinado entre liviano y pesado según el AASHTO es de 8180kg (18000lbs), el fundamento de este método es transformar TPDA en cargas equivalentes o número equivalente de ejes tipo de 80 kn o 18 kn o 18 kips, los cuales se les denomina "equivalent simple axial load" o esal.

Cuadro No 17 cálculo de ejes equivalentes ver anexo 4

TIPOS DE VEHÍCULOS	TRAFICO DIARIO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR DE EQUIV. EJES	NO. DE EJES EQUIV. 8,2 ton.
LIVIANOS	123	69,213	0.0218	1,509
BUSES	10	5,627	1.6745	9,423
CAMIÓN DE 2 EJES	8	4,502	4.9423	22,249
CAMIÓN DE 3 EJES	0	0	2.7463	0
CAMIÓN 3 E+SEMIREMOLQUE 2 E	0	0	5.3103	0
TOTAL DE VEHÍCULOS	**141.00**		**TOTAL DE EJES**	**33,180**

Fuente: calculo hoja de exel José Rodríguez

Diseñar un pavimento, no es solamente definir su espesor y resistencia de sus capas, sino también establecer su durabilidad y tiempo de servicio, en función de la reacción de sub-rasante, de los factores ambientales y aplicaciones de carga cada vez más frecuentes.

La fórmula de diseño, según el método AASHTO 93 es: [ec. 4.7]

$$\log w_{18} = zr \times so + 9.36 \times \log (sn+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\delta psi}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(sn+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log m_r - 8.07$$

El modelo de ecuación de diseño está basado en la pérdida del índice de serviciabilidad (psi) durante la vida de servicio del pavimento; siendo éste un parámetro que representa las bondades de la superficie de rodadura para circular sobre ella.

Parámetros de diseño

psi: diferencia entre la serviciabilidad inicial (po) y final (pt).

sn: número estructural, indicador de la capacidad estructural requerida (materiales y espesores).

w18: número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton en el periodo de diseño

zr: desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento estructural.

so: error estándar combinado

mr: módulo resilente de la sub-rasante (psi)

ai: coeficiente estructural de la capa i

di: espesor de la capa i

mi: coeficiente de drenaje de la capa granular i

4.5.3.1 ÍNDICE DE SERVICIO.- Es un número entre 0 (para pavimentos en pésimas condiciones) y 5 (para pavimentos en perfecto estado) obtenido mediante fórmula, para estimar la condición del pavimento en base a determinadas características físicas.

Según las normas del ministerio de obras públicas (nevi) para carreteras principales (i, ii, iii orden) el índice de servicio es de 2.5 y para carreteras de IV y V orden como es el caso el índice de servicio es 2.0.

4.5.3.2 VALOR SOPORTE DE LA SUB-RASANTE (CBR)

El método AASHTO no utiliza este ensayo como un método de medida de la resistencia de la sub-rasante, sino más bien una escala de capacidad de soporte de los suelos, que se ha desarrollado en base a los resultados de múltiples pruebas realizadas en carreteras.
De las muestras tomadas en la comuna San Vicente de Cucupuro se obtuvieron valores de C.B.R inferiores al 5%.

Las normas nevi establecen que en el caso que el suelo natural presenta insuficiencia portante es preferible sustituir o mejorar la calidad del suelo que este clasificado dentro de un índice superior.
Para determinar el CBR de diseño de la sub rasante se utilizarán los DCP's de campo. De todos los DCP's obtenidos se procederá con la determinación del percentil 85, el cual será tomado como CBR de diseño.

Fuente: guía para pavimentos, método AASHTO

Cuadro 18 CBR de diseño ver anexo 4

PROYECTO	san Vicente de Cucupuro				
LOCALIZACION :	El Quinche				
CALCULO DEL PERCENTIL 85					
ABSCISA	**ORDINAL**	**CBR**	**CBR**	**% ACUMULADO**	**PERCENTIL 85**
0+000	1	2.94	2.46	33.3	**2.83**
0+500	2	2.46	2.70	66.7	
1+000	3	2.70	2.94	100.0	
CBR DE DISEÑO = 3,00 %					

Fuente: calculo hoja de exel José Rodríguez

Con el CBR de diseño mediante correlaciones se obtiene el módulo resiliente

CBR (Diseño) = 3%

MR (Módulo Resiliente) = 2551*CBR (Diseño)0.61 = 2551*3 0.61 = 4801 PSI

= 1 kg/cm2 = 14.22 PSI = 338 kg/cm2

4.5.3.3 ANÁLISIS DEL TPDA

El análisis de TPDA se describe en el capítulo 2.3.2 estudio de tráfico.

4.5.3.4 CONFIABILIDAD (R)

La confiabilidad en el diseño (r) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada.

La guía AASHTO, sugiere los niveles de confiabilidad r, de acuerdo al tipo de carreteras

CUADRO No 19 **Niveles de confiabilidad**

clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
locales	50-80	50-80

Fuente: guía para pavimentos, método AASHTO

Cada valor de r está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de (zr).

De acuerdo a las características del proyecto, se determina un nivel de confiabilidad (r) recomendado de 70.

4.5.3.5 DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR (ZR)

El transito que puede soportar un pavimento a lo largo de un determinado período de diseño sigue una ley de distribución normal con una desviación típica (so), mediante ésta distribución se puede obtener el valor de (zr) asociado a un nivel de confiabilidad (r).

4.5.3.6 ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (SO)

Los valores comprendidos de (so) está dentro de los siguientes intervalos:

- para pavimentos flexibles 0,40 – 0,50
- en construcción nueva 0,35 – 0,40
- en sobre- capas 0,50

Se adopta so= 0,45.

El cuadro, muestra los valores de zr en función de la confiabilidad, se adopta una confiabilidad de 90% correspondiente a zr = -1,282:

Valores de zr en función de confiabilidad CUADRO No 20

confiabilidad	desviación normal estándar (zr)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881

98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: guía para pavimentos, método AASHTO

4.5.3.7 VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

Existen dos variables que deben tomarse en cuenta:

EL PERÍODO DE DISEÑO: Es el tiempo total para el cual se diseña un pavimento en función de la proyección del tránsito.

LA VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO: Es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

El período de diseño de un pavimento, normalmente es de 10 años, 20 años o más.
En los casos en que se consideren reconstrucciones o rehabilitaciones a lo largo del tiempo, el período de diseño comprende varios períodos de vida útil que son: el de pavimento original y el de las rehabilitaciones.

4.5.3.8 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

El procedimiento de diseño según el método AASHTO, se basa en un número estructural que representa la resistencia estructural de un pavimento con relación a los otros factores como son: valor soporte del suelo (CBR), carga total equivalente a ejes simples de 8018 kg (w18) e índice de servicio (PO Y PT).

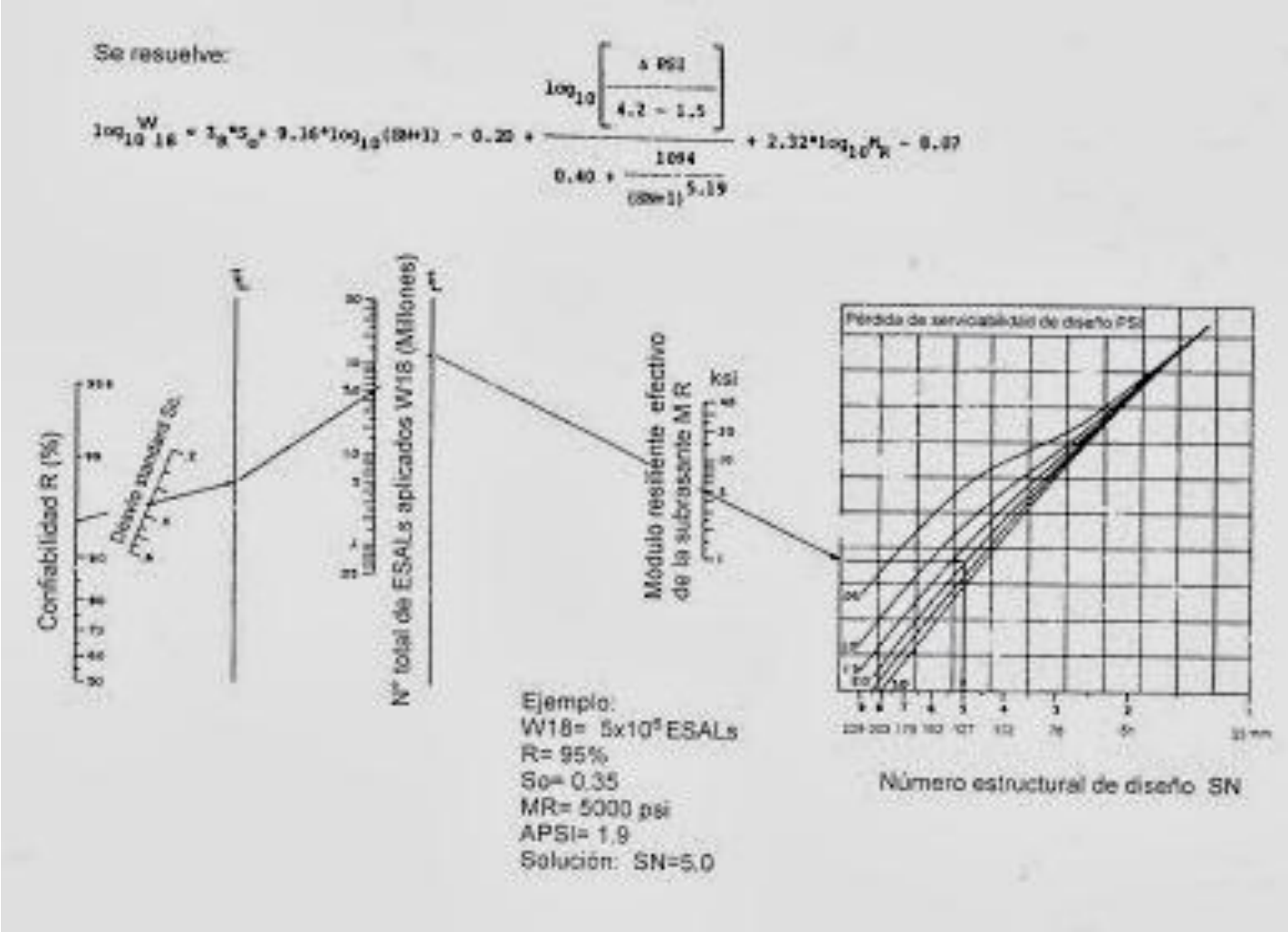
4.5.3.9 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

En el cuadro adjunto se presenta el ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles, del cual se obtiene el número estructural (sn), las variables para determinar el número estructural de diseño requerido son las siguientes:

- cantidad de ejes equivalentes (esal´s), para el período de diseño.
- la confiabilidad (r) como se indica en el literal (a)
- error estándar combinando (so) como se indica en el literal (f)

- módulo de resilencia de la sub-rasante (mr)
- la pérdida de serviciabilidad (δps)

TABLA No 6 ABACO DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES



Fuente: guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

La fórmula general que relaciona el número estructural (sn) con los espesores de capa es la siguiente:

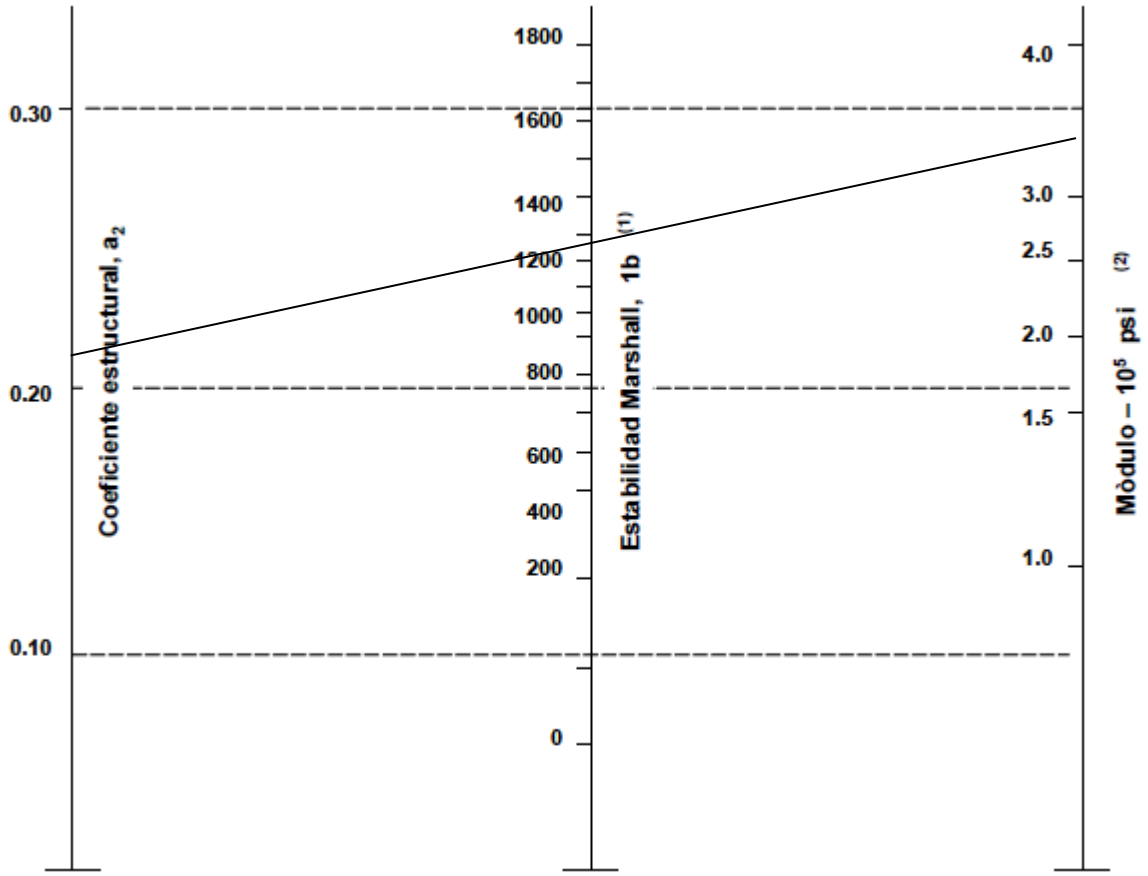
sn = a1 x d1 + a2 x m2 x d2 + a2 x m2 x d2

Dónde:

- a1, a2, a3 son los coeficientes estructurales de capa de la superficie de rodadura, base y sub-base.
- m2, m3 son los coeficientes de base y sub-base
- d1, d2, d3, son los espesores de capa para la superficie de rodadura, base y sub-base.

Cuando no se tenga el valor del módulo de elasticidad del concreto asfáltico, el coeficiente estructural (a1), se puede calcular, en el siguiente cuadro.

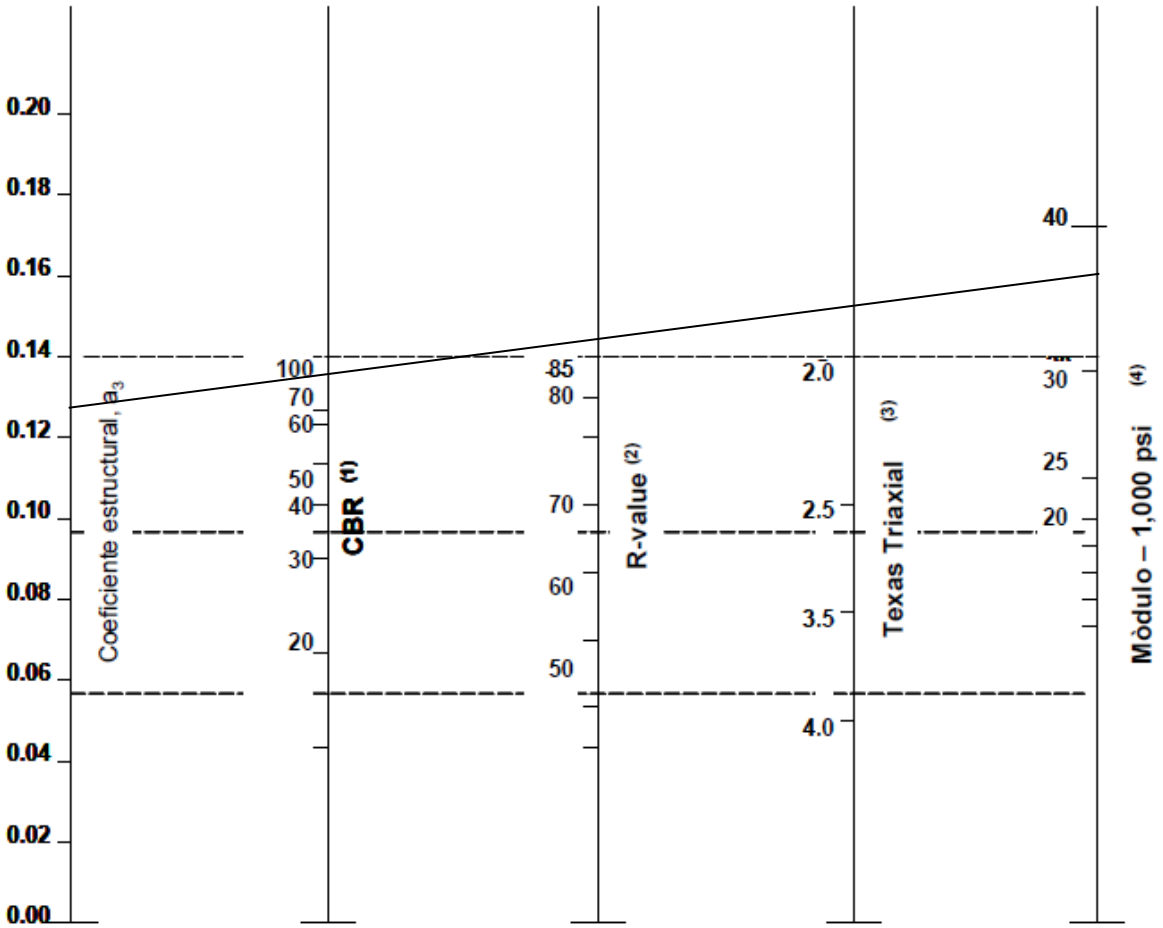
Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfaltico TABLA No 7



Fuente: guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

Para encontrar el valor de coeficiente de capa (a2) de las capas trituradas o granulares se usa el siguiente cuadro. con el módulo de resilencia (mr), en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da el valor de a2.

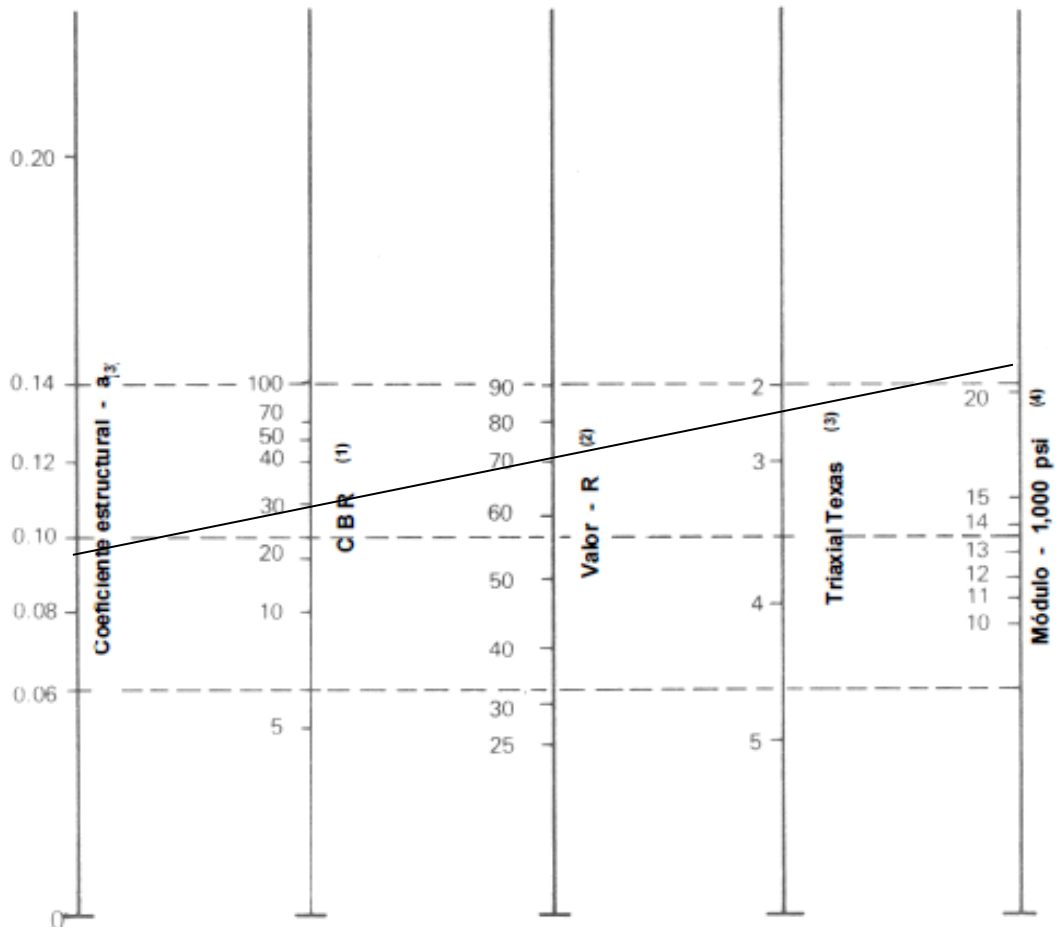
Variación en el coeficiente estructural (a2) de la capa base Tabla No 8



Fuente: guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

Para encontrar el valor del coeficiente de capa (a3) en la sub-base, se usa el siguiente cuadro con el módulo de resilencia (mr), en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da el valor de a3.

Variación en el coeficiente estructural (a3) de la capa de sub-base Tabla No 9



Fuente: guía para diseño de pavimentos, AASHTO 93

En el cuadro siguiente se indican los valores de los espesores mínimos sugeridos para las capas asfálticas y base granular en función del tránsito.

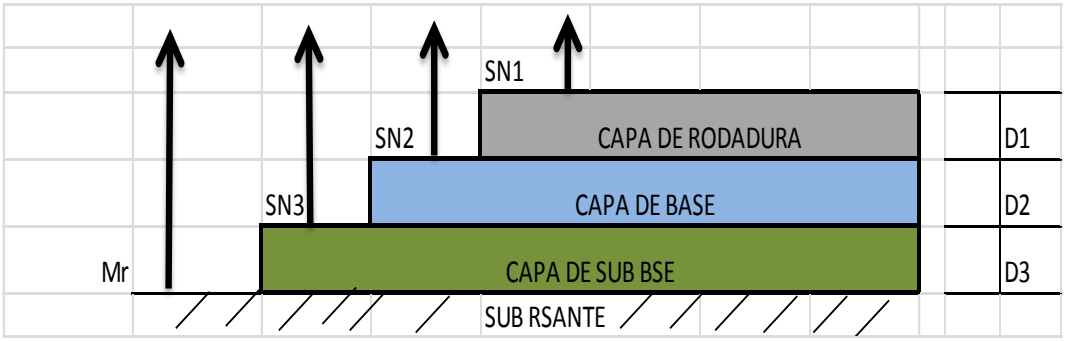
CUADRO No 19

numero de esal´ s	capa asfáltica	base granular
menos de 50.000	3.0 cm	10 cm
de 50.000-150.000	5.0 cm	10 cm
de 150.000-500.000	6.5 cm	10 cm
de500.000-2.000.000	7.5 cm	10 cm
de 2.000.000-7.000.000	9.0 cm	10 cm
más de 7.000.000	10.0 cm	10 cm

Fuente: guía para diseño de pavimentos, método AASHTO

Para evitar las deformaciones excesivas los materiales son seleccionados para cada capa: superficie de rodadura, base granular y sub-base para cada uno de los materiales se deben conocer los módulos de resilencia.

Capas de la estructura del pavimento



Fuente: guía para diseño de pavimentos, método AASHTO

Con la utilización del ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles se encuentra los números estructurales requeridos para proteger cada capa no tratada, remplazando el módulo de resilencia de la capa superior por el módulo de resilencia de la capa que esta inmediatamente abajo, para determinar el espesor d1 de la capa asfáltica se adopta un mr igual al de la base y así se obtiene el sn1, que debe ser absorbido por dicha capa. El espesor de d1 debe ser:

d > sn1 / a1 (valor mínimo requerido para la capa asfáltica)
d1 * > = sn 1 / a1 (valor real que debe ser usado)
sn1* + sn 2* > = sn2

- el asterisco "*" en d ó sn indica y representa el valor actualmente usado, que debe ser igual o mayor al valor requerido.

Se adopta un espesor d1* levemente mayor. El número estructural por esta capa es:
sn1* = a1 x d1*
Para determinar el espesor mínimo de la base, se lo obtiene del ábaco con el mr d la sub-base y se obtiene el sn2, para el concreto asfáltico y la base:
d2* > = sn2 – sn1* /a2 x m2
Se adopta un espesor levemente mayor d2* y el número estructural será:

sn2* = a 2 x m2 x d2

Y para la sub-base se toma con el mr correspondiente a la subrasante y se obtiene sn3 = sn para todo el paquete estructural (capa asfáltica, base y sub-base), en este caso el espesor es:

d3* > = sn3 – (sn1* + sn2*) / (a3 x m3)

Se adopta un espesor levemente mayor d3* y se obtiene el número estructural para la sub-base.

sn3 * = a3 x m3 x d3*

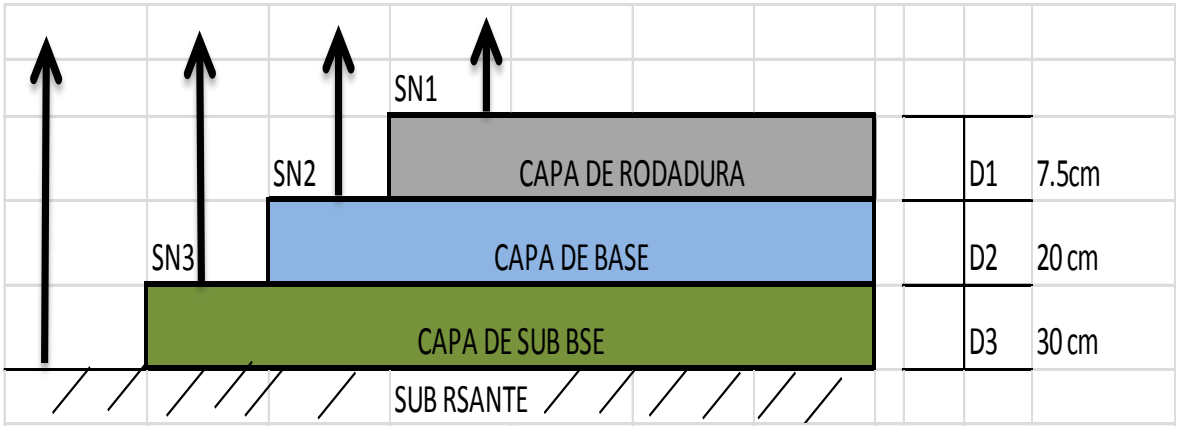
Como verificación tenemos:

sn1* + sn2* + sn3* > = sn

El número estructural total debe ser como mínimo igual o mayor a la suma de los números estructurales de cada capa.

En el siguiente cuadro se dan los resultados de los espesores del pavimento flexible para el período de diseño de 20 años los cálculos fueron realizados en una hoja de exel los resultados encuentran en el anexo 5

Cuadro de espesor de las capas de la estructura de pavimento

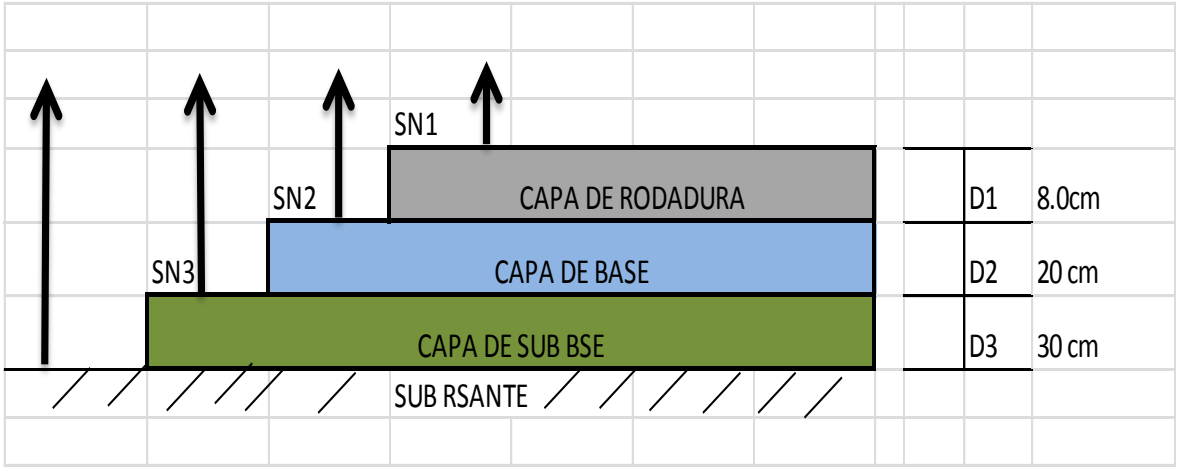


Para el cálculo de la capa de rodadura de adoquín se asume la equivalencia que tiene con la mezcla asfáltica en el mismo espesor fundamentándose en lo siguiente:

Las investigaciones desarrolladas en la cement and concrete association (reino unido) han indicado que un pavimento de adoquines se comporta de manera similar a uno flexible. El diseño de pavimentos nuevos se basa en el método presentado por trrl laboratory report 1132 "the structural desing of bituminous roads" (diseño estructural de pavimentos para vías).

Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Ing. Alfonso montero Fonseca

En el siguiente cuadro se dan los resultados de los espesores del pavimento con adoquín para el período de diseño de 20 años los cálculos se encuentran en el anexo 6



CAPITULO V

5. SEÑALIZACIÓN VIAL[8]

La señalización surge por la necesidad de mantener informado al conductor del vehículo acerca de las características de la vía por la circula y del entorno por el que ésta discurre. En este sentido, la misión de la señalización vial se define en tres puntos:

a) **Advertir** de la existencia de peligros potenciales
b) **Informar** de la vigencia de ciertas normas y reglamentos en un tramo determinado de vía
c) **Orientar** al usuario mediante las oportunas indicaciones para que éste sepa en todo momento dónde está, hacia dónde va y qué dirección tomar para cambiar de destino

Para llevar a acabo principios, la señalización debe cumplir una serie de preceptos fundamentales sin los cuales su eficacia es más que dudosa:

a) **Claridad:** La información debe ser presentada de forma que llame la atención del usuario y en zonas en que no dé lugar a una mala interpretación de la misma
b) **Sencillez**: El código empleado debe ser comprensible por cualquier usuario capacitado para la conducción. Además no conviene densificar el contenido de la información suministrada, ya que lo más seguro es que no se interprete correctamente
c) **Precisión**: Es imprescindible que la información se suministre cuando el conductor la necesite, de forma que éste disponga de un tiempo de comprensión, decisión y reacción ante la advertencia visualizada. Tampoco debe suministrarse con demasiada antelación, ya que pude confundirlo
d) **Universalidad:** La interpretación del código y la representación del mismo debe ser homogénea, de forma que todo usuario sea capaz de recibir la información independiente de la zona, provincia, región o país donde se encuentre

Una correcta señalización que cumpla las reglas y objetivos anteriormente expuestos mejorará las condiciones de capacidad y seguridad de la vía, por lo que es un aspecto que no debe subestimarse.

8 01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

Un determinado porcentaje de accidentes se deben exclusivamente a la mala señalización de un tramo. Estas zonas, conocidas popularmente como *puntos negros*, añaden a un deficiente trazado o estado de conservación la inexistencia de una adecuada señalización que avise adecuada e incluso repetidamente de la peligrosidad en dicha zona.

Dejando aparte los semáforos y las indicaciones de los agentes de tráfico, pueden diferenciarse tres tipos de señales:

- **Señalización Vertical:** Se sitúa en un plano perpendicular al eje de la vía
- **Señalización Horizontal o marcas viales:** Se localiza sobre la propia vía

5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La señalización de tránsito vertical debe entenderse como un medio de comunicación con los usuarios, diseñadas en función de las características técnicas y/o geométricas de una vía con el fin de entregar información de orden geométrico, turísticos, cultura y de servicios, además de las condiciones mismas de la ruta

El diseño de una señal vertical deberá asegurar que las características de tamaño, contraste, color, composición, retroreflectividad e iluminación, estén combinadas de tal forma, que puedan ser entendidas por el usuario, con tiempo para efectuar las acciones asociadas al mensaje que se quiere transmitir

Todas las señales verticales deberán ser retrorreflectantes. No obstante, en los cosos en que por condiciones ambientales o de operación de una ruta, sea necesario destacarlas, se podrá utilizar iluminación artificial, especialmente diseñadas para ellos. Cuando se utilice iluminación externa, se tendrá cuidado que la fuente de luz se ubique de tal manera, que no origine perturbaciones visuales a los conductores. La iluminación habitual de una vía no cumple con estos requerimientos, por lo que no constituye un sistema para iluminar señales.

5.1.1 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO

De acuerdo a la función que desempeña, estas señales se clasifican en los siguientes:

a) SEÑALES REGULATORIAS

Tienen por finalidad comunicar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye una infracción a las normas del tránsito

b) SEÑALES PREVENTIVAS (advertencia de peligro)

Denominadas también señales de advertencia de peligro, tiene como propósito alertar a los usuarios, la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales que se encuentra más adelante en la vía o en sus adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

c) SEÑALES INFORMATIVAS

Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico y servicios al usuario, entre otros

5.1.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE SEÑALES VERTICALES

Las características básicas son las siguientes:

5.1.2.1 MENSAJE EN SEÑALES VERTICALES

Toda señal vertical debe transmitir un mensaje nítido e inequívoco al usuario de la vía, lo que se logra a través de símbolos y/o leyendas donde estas últimas se componen de palabras y/o números

En el caso de señales regulatorias y preventivas, las leyendas inscritas en ellas deberán corresponder siempre a letras mayúsculas. En cambio, cuando se trate de señales informativas sólo se considera la combinación mayúsculas – minúsculas.

Cuando se instale una señal con un símbolo que resulte nuevo en una zona geográfica determinada, se deberá agregar una placa complementaria, inmediatamente bajo la señal, que exprese en un texto lo que representa la simbología. Esta placa complementaria debe ser rectangular, del ancho de la señal y su combinación de colores debe corresponder a la de ésta. La placa deberá mantenerse por un período máximo de tres años a partir de su instalación a fin de que el usuario de la vía se habitúe.

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

5.1.2.2 FORMA Y COLOR DE SEÑALES VERTICALES

Se deben construir con los colores especificados para cada una de ellas. Estos colores, se definirán en base a las Coordenadas Cromáticas de colores de Señalización Vial establecido en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004 "SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 3. SEÑALES DE VÍA. REQUISITOS"

Tabla No 10 Coordenadas cromáticas para colores de señales de transito

Color	X	y	x	y	x	Y	x	Y
Blanco	0.303	0.300	0.368	0.366	0.340	0.393	0.274	0.329
Amarillo	0.498	0.412	0.557	0.442	0.479	0.520	0.438	0.472
Naranja	0.558	0.352	0.636	0.364	0.57	0.429	0.506	0.404
Rojo	0.648	0.351	0.735	0.265	0.629	0.281	0.565	0.346
Azul	0.14	0.035	0.244	0.21	0.19	0.255	0.065	0.216
Café	0.430	0.340	0.610	0.390	0.550	0.450	0.430	0.390
Verde	0.026	0.399	0.166	0.364	0.286	0.446	0.207	0.771
Amarillo Limón fluorescente	0.387	0.610	0.369	0.546	0.496	0.496	0.46	0.54

Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

5.1.2.3 TAMAÑO DE LA SEÑAL

En el caso de las señales regulatorias y preventivas, las dimensiones mínimas estarán especificadas en función de la velocidad de proyecto de la vía, definida por tramos homogéneos a continuación:

Rango	Dimensión
Velocidades entre 60 y 80 km/h	75 x 75 cm
Velocidades > 80km/h	90x 90 cm

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

En el caso de las señales informativas, el tamaño de la placa está relacionado también con la velocidad, ya que la altura mínima de la letra que será utilizada depende de ésta. Por lo tanto, el texto, en conjunto con los símbolos, determinarán las dimensiones de la señal.

5.1.2.4 DIAGRAMACIÓN DE SEÑALES

Las señales verticales deberán ser diagramadas según lo indicado en cuanto a características de forma, color tal como indica en el reglamento INEN RTE004 vigente.

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

5.1.2.5 RETRORREFLECTIVIDAD Y LUMINANCIA EN SEÑALES

La Retrorreflectividad corresponde a uno de los parámetros más importantes de una señal vertical, ya que ésta debe ser visualizada tanto de día como de noche. Así, en períodos nocturnos, la lámina retrorreflectiva con que cuenta una señal, permite que tenga la propiedad de devolver parte de la luz a su fuente de origen, lo que se traduce en que los conductores al iluminarla con los focos del vehículo, puedan apreciarla con mayor claridad

5.1.3 SEÑALES VERTICALES BÁSICAS

Considerando que en muchas zonas de nuestro país se presentan condiciones climáticas habitualmente adversas desde el punto de vista de la visibilidad, tanto diurna como nocturna, se requieren señales con mayores niveles de Retrorreflectividad o incluso del tipo fluorescentes, con la finalidad de mejorar la percepción y detección por parte del usuario. Este tipo de señales se denominan señales verticales especiales, las que permiten condiciones de operación más eficientes y seguras, bajo las condiciones indicadas

5.1.3.1 TIPOS DE SEÑALES VERTICALES ESPECIALES

Tenemos dos tipos de señales especiales y que corresponden a:

a) SEÑALES DE ALTA RETRORREFLECTIVIDAD

Corresponde a una señal con un nivel de Retrorreflectividad del tipo XI, según ASTM D 4956-01, lo que permite una mayor visibilidad nocturna respecto de las señales verticales básicas, además de una alta brillantez en distintas cortas y con grandes ángulos de entrada

b) SEÑALES FLUORECENTES

Como principio, la fluorescencia durante el día proporciona una visibilidad muy superior u otro tipo de señales, producto de su capacidad de absorber la luz solar de onda corta y devolverla como onda larga, y por lo tanto, más visible y brillante. Esta propiedad permite además contar con una señal altamente recomendada para condiciones climáticas adversas.

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

5.1.4 EMPLAZAMIENTO DE LAS SEÑALES VERTICALES

La ubicación de una señal vertical corresponde a un tema de gran relevancia, considerando que de esto dependerá la visibilidad adecuada y la reacción oportuna de los diferentes usuarios de una vía

Como criterio general, toda señalización de tránsito deberá instalarse dentro del cono visual del usuario de la vía, de manera que traiga en caso de ser impactadas. Por lo tanto, deben instalarse alejadas de la calzada y construirse de tal forma, que opongan la menor resistencia en caso de accidentes

En general, se deberán analizar las siguientes condiciones para la instalación de una señal vertical:

- Distancia entre la señal y la situación que generó su instalación (ubicación longitudinal)
- Distancia entre la señal y el borde de la calzada (ubicación transversal)
- Altura de ubicación de la placa de la señal
- Orientación de la placa de la señal
- Distancia mínima entre señales

5.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: MARCAS VIALES

En esta sección se abordan los conceptos involucrados en la señalización horizontal de tránsito, la que corresponde a demarcaciones tipos, líneas, símbolos, letras u otras las que se incluyen las tachas retrorreflectivas complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito.

Considerando que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula. Desde este punto de vista, el lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como lluvia, polvo, alto tráfico y otros. Por lo tanto debe siempre asociarse a la señalización vertical

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir en cuanto a ubicación, simbología y/o mensaje

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

5.2.1 CLASIFICACIÓN DE SEÑALES HORIZONTALES

Se clasifican según:

- Según su forma
- Según su altura

5.2.1.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FORMA

La Demarcación Plana, en función de su forma, se clasifica en los siguientes tres grupos tipo genérico:

a) Líneas longitudinales

b) Líneas Transversales

c) Símbolos o leyendas

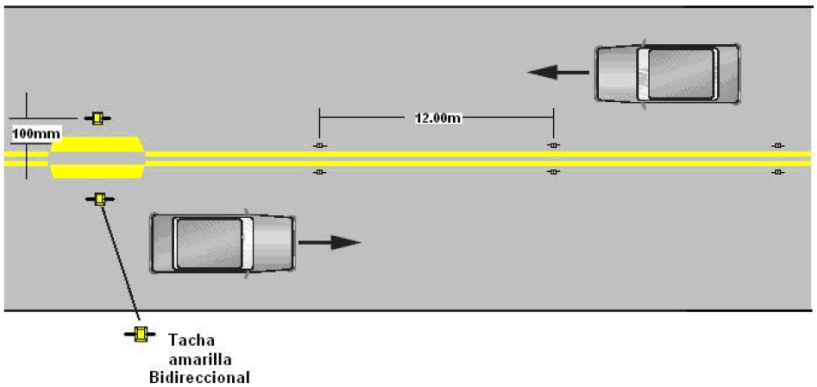
d) Otras Señalizaciones

a) LÍNEAS LONGITUDINALES

Se emplean para delimitar carriles, calzadas, zonas con y sin prohibición de adelantamiento, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos

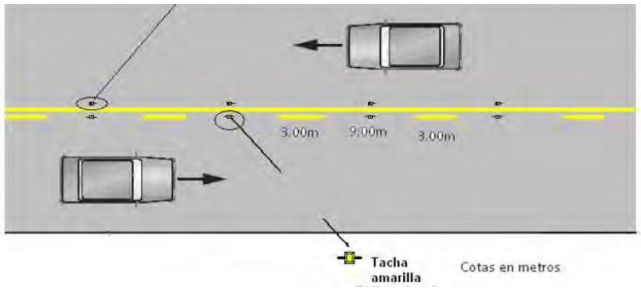
Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía. Se tiene:

- **Líneas de separación de flujos opuestos**
  - **Doble línea continua**



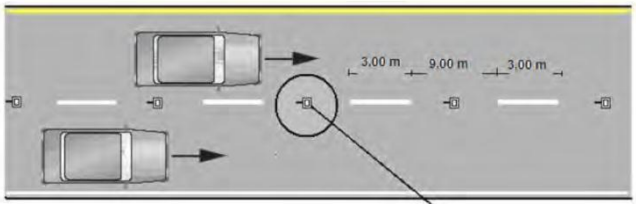
Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

- **Doble línea mixta**



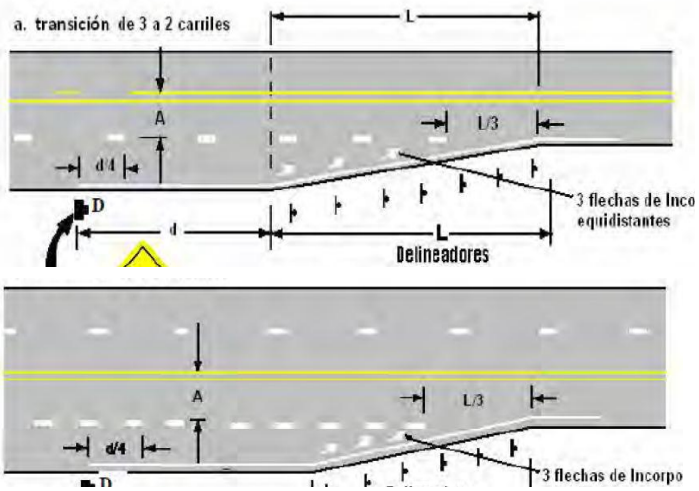
Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

- **Líneas de separación de Carriles**
  - **Continuas**



Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

- **Líneas de Borde de Calzada**
- **Líneas de Prohibición de Estacionamiento**
- **Líneas de Transición**
  - **Reducción y ampliación de carriles**

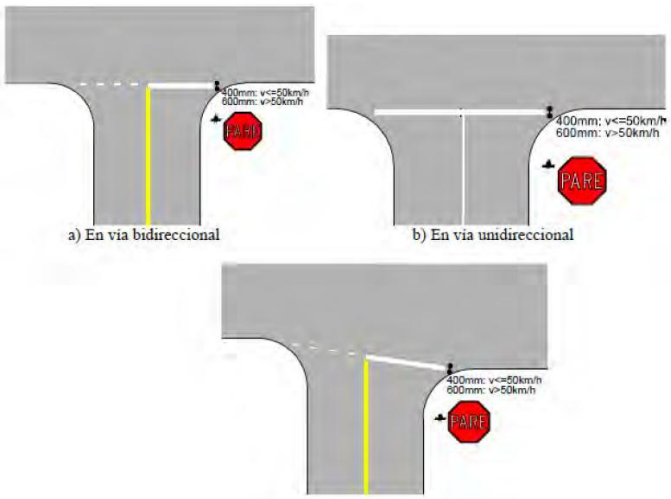


Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

b) LÍNEAS TRANSVERSALES

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención a los vehículos motorizados, y para demarcar sendas destinadas al tránsito de paso y/o ciclistas, teniéndose los siguientes dos sub grupos genéricos:

- **Líneas de Pare**



Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

- **Líneas de ceda el paso**

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

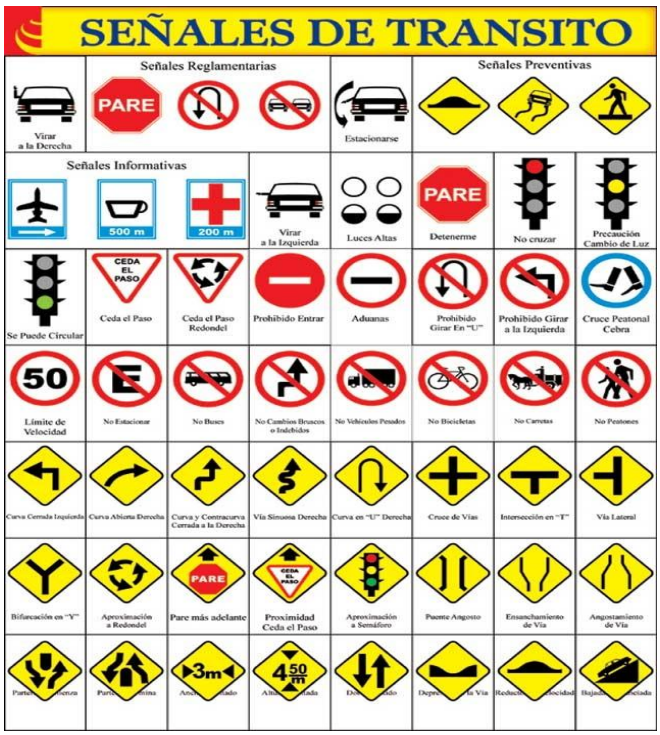
c) SÍMBOLOS Y LEYENDAS

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización:

- FLECHAS,

Fuente: http://transfer.es/servicios/senalizacion-horizontal/marcas-viales/

triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada de bus, velocidad máxima, prohibido estacionar, estacionamiento exclusivo para personas con movilidad reducida, ciclovía, zona de peatones, cruce de ferrocarril.



Fuente: imagen de internet

d) OTRAS SEÑALIZACIONES

Existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las agrupaciones anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros.
Como son los

- Achurados,
- Chevrones,
- Rejillas (bloqueo de cruces)
- Franjas sonoras

5.2.1.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN ALTURA

Se consideran complementos de señalización horizontal o dispositivos de demarcación complementaria, aquellas de más de 6mm y hasta 200mm de altura, utilizadas para complementar la señalización horizontal. El hecho de que esta señalización sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual generalmente, la señalización plana no es eficaz.

5.2.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS DEMARCACIONES

| 5.2.2.1 VISIBILIDAD NOCTURNA (RETRORREFLECTIVIDAD

a) DEMARCACIONES PLANAS

Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ellos se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que junto a micro-esferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su Retrorreflectividad.
Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.
Estas demarcaciones deberán cumplir con los valores mínimos de Retrorreflectividad.

b) DEMARCACIONES ELEVADAS

Tratándose de demarcaciones elevadas (tachas), la superficie retrorreflectante debe ser siempre a lo menos de $10cm^2$. Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se retirar e instalar uno nuevo

Se establece que los valores mínimos de Retrorreflectividad serán los considerados en la norma INEN 2289-2009

5.2.2.2 VISIBILIDAD DIURNA (COLOR)

a) Demarcaciones Planas

Las demarcaciones planas son en general blancas y excepcionalmente amarillas, para señalizar áreas especiales, como pistas "solo buses" o donde esté prohibido estacionar. No obstante, en zonas geográficas donde las condiciones climáticas son extremas, debido a la nieve, se podrá utilizar el color amarillo como demarcación habitual del pavimento. El color está definido por las coordenadas cromáticas del Sistema Normalizado CIE 1931 y es lo especificado en la norma INEN 1042-2009, debiendo cumplir lo siguiente:

Coordenadas cromáticas demarcaciones planas

Color	X	y	X	y	x	Y	x	Y
Blanco	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375
Amarillo	0.560	0.440	0.490	0.510	0.420	0.440	0.460	0.400

Fuente: Manual_NEVI-12_VOLUMEN_5 (1).pdf

c) Demarcaciones Elevadas

Las demarcaciones elevadas (tachas) se ubican sobre una línea de demarcaciones con la finalidad de confirmar la instrucción entregada por dicha línea, principalmente en la conducción nocturna

La demarcación elevada puede ser de los siguientes colores:

- Blanco
- Amarillo
- Rojo
- Bicolor blanco rojo

Cada uno de estos colores cumple una función distinta Se tiene:

- **Blanco:** Se usa delimitando alineamientos que pueden ser traspasados normalmente por los vehículos, en el marco de la operación normal de tránsito
- **Amarillo:** Se usa delimitando alineamientos que pueden ser traspasados, con precaución y eventualmente por los vehículos, en el marco de una operación de emergencia

- **Rojo:** Se usa delimitando alineamientos que no pueden ser traspasados bajo ninguna circunstancia de operación
- **Lentes Bicolores:** Se usa en las líneas centrales mixtas, las que consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada. La línea continua se emplea para indicar la prohibición de adelantar y virar a la izquierda para el sentido del tránsito más próximo de adelantar y virar a la izquierda para el sentido del tránsito más próximo a ella, sin restringir al otro sentido. El color rojo debe enfrentar al flujo de tránsito que no puede adelantar y el blanco, al que puede hacerlo.
-

5.3 PRESUPUESTÓ REFERENCIAL DE VÍA

PRESUPUESTO DE LA VÍA EN ADOQUÍN DE LA COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO

PRESUPUESTO REFERENCIAL CAPA DE RODADURA ADOQUÍN						
1	A1.1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	19,600.00	0.90	17,640.00
3	A1.3	Excavación a máquina	m3	15,680.00	3.85	60,368.00
4	A1.4	Conformación y compactación de subrasante	m2	19,600.00	0.91	17,836.00
5	A1.5	Excavación manual para bordillos	m3	300.00	7.16	2,148.00
6	A1.6	Desalojo de material	m3/Km	18,200.00	0.25	4,550.00
9	A1.9	Subbase clase 3	m3	5,880.00	24.03	141,296.40
122	C1.14	Base Clase 1	m3	3,920.00	33.64	131,868.80
126	C3.11	Hormigón para bermas f´c=350 kg/cm2	m3	5.00	219.01	1,095.05
127	C4.4	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m3	1.09	149.52	162.98
132	A15.14	Marcas de pavimento (línea continua blanca o amarilla a= 10 cm; incluye microesferas)	m	2,131.56	0.76	1,619.99
133	A15.15	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 1-3 m a= 15 cm; incluye microesferas)	m	420.00	1.09	457.80
134	A15.16	Marcas de pavimento (línea continua blanca ; a= 40cm; incluye microesferas)	m	35.00	1.59	55.65
135	A15.17	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 0.60-0.60 m; a= 40 cm; incluye microesferas)	m	24.00	0.99	23.76

136	A15.18	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 0.60-0.60 m; a= 20 cm; incluye microesferas)	m	20.00	0.80	16.00
137	A15.19	Marcas de pavimento (paso cebra)	m2	50.00	5.00	250.00
138	A15.20	Marcas de pavimento (flechas ,letras, etc.; incluye microesferas)	u	24.00	25.25	606.00
139	A15.21	Señales al lado de la calzada(reglamentaria octogonal de pare 600 x600mm)	u	3.00	63.54	190.62
140	A15.22	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de prohibido estacionar 600x600 mm)	u	9.00	63.54	571.86
141	A15.23	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de estacionamiento permitido) 600x600 mm)	u	3.00	63.54	190.62
143	A15.24	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de límite de velocidad 600x600 mm)	u	2.00	63.54	127.08
144	C3.23	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de no entre 600x600 mm)	u	3.00	63.54	190.62
145	A15.25	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de cruce peatonal 600x600 mm)	u	16.00	63.54	1,016.64
146	A15.27	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rombo de no vehículos motor (600x600 mm)	u	4.00	63.54	254.16
147	A15.30	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de zona de juegos 600x600 mm)	u	4.00	63.54	254.16
148	C3.27	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de peatones en la vía 600x600 mm)	u	5.00	63.54	317.70
149	C3.28	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de niños 600x600 mm)	u	5.00	63.54	317.70
150	A15.26	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de parada de bus (600x900 mm)	u	36.00	63.54	2,287.44
151	A15.28	Señales paralelas a la calzada (reglamentaria rectangular de una vía (900x300 mm)	u	4.00	63.54	254.16
152	A15.29	Señales paralelas a la calzada (reglamentaria rectangular de doble vía (900x300 mm)	u	4.00	63.54	254.16
153	C3.29	Señales al lado de la calzada(preventiva rectangular de parque 650x250 mm)	u	3.00	63.54	190.62
156	C3.30	Señales al lado de la calzada(informativa rectangular 1800x540 mm)	u	3.00	63.54	190.62
157	C3.31	Tachas bidireccionales	u	225.00	15.78	3,550.50
7E	A15.9	Bordillo H. S. h=50 B=20 b=15 cm f´c=180kg/cm2	m	5,106.00	16.06	82,002.36

8A	A15.12	Adoquinado vehicular e=8cm(f´c=400 kg/cm2)	m2	19,600.00	18.12	355,152.00
	E1	Riego para control de polvo	m3	1,000.00	4.69	4,690.00
	E3	Letreros móviles preventivas (1,20X1,20)m	u	8.00	98.58	788.64
	E4	Conos reflectivos	u	20.00	30.67	613.40
	E5	Bases moviles	u	50.00	30.38	1,519.00
	E6	Cinta de seguridad	m	2,000.00	0.25	500.00
	E7	Letreros fijos preventivas(0.60x0.60)m	u	8.00	75.14	601.12
	E8	Letreros ambientales fijos(1,5X1,20)m	u	6.00	100.61	603.66
			PRECIO TOTAL PROYECTO			818,983.26

PRESUPUESTO DE LA VÍA EN ASFALTO DE LA COMUNA SAN VICENTE DE CUCUPURO

PRESUPUESTO REFERENCIAL CAPA DE RODADURA ASFALTO						
1	A1.1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	19,600.00	0.90	17,640.00
3	A1.3	Excavación a máquina	m3	15,680.00	3.85	60,368.00
4	A1.4	Conformación y compactación de subrasante	m2	19,600.00	0.91	17,836.00
5	A1.5	Excavación manual para bordillos	m3	300.00	7.16	2,148.00
6	A1.6	Desalojo de material	m3/Km	18,200.00	0.25	4,550.00
9	A1.9	Subbase clase 3	m3	5,880.00	24.03	141,296.40
122	C1.14	Base Clase 1	m3	3,920.00	33.64	131,868.80
123	C1.15	Asfalto MC para imprimación 1.5 lt/m2	ltr	29,400.00	2.17	63,798.00
124	C1.16	Asfalto Diluido para riego de adherencia 0.3 lt/m2	ltr	5,880.00	2.15	12,642.00
125	C1.17	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, e= 0,075 m (incluye transporte)	m2	19,600.00	21.93	429,828.00
126	C3.11	Hormigón para bermas f´c=350 kg/cm2	m3	5.00	219.01	1,095.05
127	C4.4	Hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m3	1.09	149.52	162.98
132	A15.14	Marcas de pavimento (línea continua blanca o amarilla a= 10 cm; incluye microesferas)	m	2,131.56	0.76	1,619.99
133	A15.15	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 1-3 m a= 15 cm; incluye microesferas)	m	420.00	1.09	457.80
134	A15.16	Marcas de pavimento (línea continua blanca ; a= 40cm; incluye microesferas)	m	35.00	1.59	55.65

135	A15.17	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 0.60-0.60 m; a= 40 cm; incluye microesferas)	m	24.00	0.99	23.76
136	A15.18	Marcas de pavimento (línea segmentada blanca ;brecha 0.60-0.60 m; a= 20 cm; incluye microesferas)	m	20.00	0.80	16.00
137	A15.19	Marcas de pavimento (paso cebra)	m2	50.00	5.00	250.00
138	A15.20	Marcas de pavimento (flechas ,letras, etc.; incluye microesferas)	u	24.00	25.25	606.00
139	A15.21	Señales al lado de la calzada(reglamentaria octogonal de pare 600 x600mm)	u	3.00	63.54	190.62
140	A15.22	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de prohibido estacionar 600x600 mm)	u	9.00	63.54	571.86
141	A15.23	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de estacionamiento permitido) 600x600 mm)	u	3.00	63.54	190.62
143	A15.24	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de límite de velocidad 600x600 mm)	u	2.00	63.54	127.08
144	C3.23	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de no entre 600x600 mm)	u	3.00	63.54	190.62
145	A15.25	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de cruce peatonal 600x600 mm)	u	16.00	63.54	1,016.64
146	A15.27	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rombo de no vehículos motor (600x600 mm)	u	4.00	63.54	254.16
147	A15.30	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de zona de juegos 600x600 mm)	u	4.00	63.54	254.16
148	C3.27	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de peatones en la vía 600x600 mm)	u	5.00	63.54	317.70
149	C3.28	Señales al lado de la calzada(preventiva rombo de niños 600x600 mm)	u	5.00	63.54	317.70
150	A15.26	Señales al lado de la calzada(reglamentaria rectangular de parada de bus (600x900 mm)	u	36.00	63.54	2,287.44
151	A15.28	Señales paralelas a la calzada (reglamentaria rectangular de una vía (900x300 mm)	u	4.00	63.54	254.16
152	A15.29	Señales paralelas a la calzada (reglamentaria rectangular de doble vía (900x300 mm)	u	4.00	63.54	254.16
153	C3.29	Señales al lado de la calzada(preventiva rectangular de parque 650x250 mm)	u	3.00	63.54	190.62

156	C3.30	Señales al lado de la calzada(informativa rectangular 1800x540 mm)	u	3.00	63.54	190.62
157	C3.31	Tachas bidireccionales	u	225.00	15.78	3,550.50
7E	A15.9	Bordillo H. S. h=50 B=20 b=15 cm f´c=180kg/cm2	m	5,106.00	16.06	82,002.36
	E1	Riego para control de polvo	m3	1,000.00	4.69	4,690.00
	E3	Letreros móviles preventivas (1,20X1,20)m	u	8.00	98.58	788.64
	E4	Conos reflectivos	u	20.00	30.67	613.40
	E5	Bases moviles	u	50.00	30.38	1,519.00
	E6	Cinta de seguridad	m	2,000.00	0.25	500.00
	E7	Letreros fijos preventivas(0.60x0.60)m	u	8.00	75.14	601.12
	E8	Letreros ambientales fijos(1,5X1,20)m	u	6.00	100.61	603.66
			PRECIO TOTAL PROYECTO			970,099.26

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El suelo de sub rasante para la vía, en su mayoría resultan ser suelos limosos y arcillosos de mediana resistencia, con CBR DE 3%.
- Los contenidos de agua del suelo de sub rasante van desde 7% a 50%, Hasta la profundidad investigada no se ha presentado nivel freático.
- La apertura de las calicatas, los ensayos DCP de campo, permiten determinar un solo tramo a considerarse para el diseño de la vía.
- De acuerdo a las conclusiones anteriores, se ha realizado un diseño estructural mediante el método Racional.

Se asume para la capa de rodadura la equivalencia entre la mezcla asfáltica y adoquín en el mismo espesor fundamentándose en lo siguiente:

- Las investigaciones desarrolladas en la Cement and Concrete Association (Reino Unido) han indicado que un pavimento de adoquines se comporta de manera similar a uno flexible.
- El diseño de pavimentos nuevos se basa en el método presentado por TRRL Laboratory Report 1132 "The Structural Desing of Bituminous Roads" (Diseño Estructural de Pavimentos Para Vías).”
- Se han planteado dos diseños para la vía: uno en asfalto y otro en adoquín, se tomará como diseño principal el de adoquín, por reflejarse en el presupuestó referencial ser más económico y más factible para la Junta Parroquial del Quinche su construcción.

RECOMENDACIONES:

- De acuerdo a lo consignado en el tráfico y de acuerdo a los resultados de los ensayos de campo y laboratorio se da las siguientes recomendaciones, tomando en consideración que el diseño principal será el adoquinado:

- Las capas de compactación planteadas para las diversas alternativas no deben ser mayores a 20 cm.

- Para llegar al 100% de compactación se deberá escarificar, reconformar, hidratar y volver a compactar.

- La vida útil de la vía será de 20 años siempre y cuando se cumpla con un mantenimiento preventivo necesario para los drenajes.

- Finalmente cuando se llegue a la cota del proyecto se deberá aplicar el bombeo de diseño y sellar la superficie mediante la aplicación de agua con un tanquero que deberá ir delante del rodillo vibratorio.

- Todos los materiales deberán cumplir con las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP –normas NEVI

- La sub base debe ser compactada en una sola capa hasta alcanzar el 100% del próctor modificado.
-
- Para el material de sub base clase III se podrá considerar al material proveniente de la mina de Pintag.
-
- El adoquinado podrá estar constituido por una capa de adoquines exagonales de 8 cm de espesor, asentada sobre una capa de apoyo debidamente terminada con la inclusión adicional de una capa de asiento de arena (2 cm de espesor), en la cual se acomodarán los adoquines.

- El adoquinado debe ser compactado en una sola capa mediante el uso de rodillos lisos o rodillos vibratorios de 8 a 12 toneladas.

RECOMENDACIONES ADICIONALES:

- Se debe considerar como etapa de verano el periodo comprendido entre los meses de junio a octubre, para ser tomada en cuenta durante la planificación de la obra.

- Para la conformación de la obra básica se debe retirar todo material inadecuado, esto es: raíces, troncos, material orgánico, basura y escombros.

- En la excavación y conformación de la sub rasante se debe mantener el bombeo del 2% en el sentido transversal de la vía.

- Es conveniente elevar la rasante de la vía para tener facilidad en la evacuación de las aguas lluvias.