



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA
VÍA EL SALADO - MANANTIAL DE GUANGALA
DEL CANTÓN SANTA ELENA”**

**TESIS DE GRADO
Previo a la obtención del Título de:**

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

**CLARA ELIZABETH SUÁREZ ROSALES
AILTONJOHN MARCELO VERA TOMALÁ**

TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS SÁNCHEZ, MSC.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA
VÍA EL SALADO -MANANTIAL DE GUANGALA
DEL CANTÓN SANTA ELENA”**

**TESIS DE GRADO
Previo a la obtención del Título de:**

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

**CLARA ELIZABETH SUÁREZ ROSALES
AILTONJOHN MARCELO VERA TOMALÁ**

TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS SÁNCHEZ, MSC.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del tema de tesis denominado: **“Estudio y Diseño de la vía El Salado - Manantial de Guangala del cantón Santa Elena”** elaborado por los estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Clara Elizabeth Suárez Rosales y Ailtonjohn Marcelo Vera Tomalá. Certifico que el presente trabajo de grado reúne los requisitos expuestos por la universidad; por tanto autorizo con mi firma pueda ser presentado y sustentado en el Tribunal de Graduación.

Atentamente

Ing. Armando Saltos Sánchez, Msc
C.I: 0907842231
TUTOR

CERTIFICADO DE REVISIÓN GRAMATICAL

Por medio de la presente tengo a bien **CERTICAR:** Que he leído la tesis elaborada por los autores, CLARA ELIZABETH SUÁREZ ROSALES con cédula de ciudadanía 0926466806 y AILTONJOHN MARCELO VERA TOMALÁ con cédula de ciudadanía 0923400857, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

TEMA:

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA EL SALADO - MANANTIAL DE
GUANGALA DEL CANTÓN SANTA ELENA”**

Trabajo de investigación que ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes.

Atentamente

Lcda. Rosa Merejildo Pita MSc.
CI #0915670855
Reg. Senescyt 1006-11-738517

DECLARACIÓN

Declaramos, que el contenido de este trabajo de titulación corresponde exclusivamente a: Clara Elizabeth Suárez Rosales y Ailtonjohn Marcelo Vera Tomalá, y no ha sido anteriormente utilizado en ningún trabajo de grado.

Por medio del presente documento, cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

La Libertad, 30 de marzo del 2015

Atentamente

Clara E. Suárez Rosales
C.I. 0926466806

Ailtonjohn M. Vera Tomalá
C.I 092340085-7

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a Dios, a mis padres y hermanos quienes me han apoyado constantemente a lo largo de la carrera universitaria, en el desarrollo y culminación de este trabajo de titulación.

Clara Elizabeth Suárez Rosales

Dedico este trabajo a mi madre, señora Kelly Tomalà y a mi padre, señor Milton Vera que con sus consejos y motivación me ayudaron a seguir adelante hasta lograr concluir satisfactoriamente este proyecto de tesis.

Ailtonjohn Marcelo Vera Tomalá

Agradecimiento

A Dios por la bendición y la oportunidad de alcanzar nuestra formación como profesionales.

A nuestras familias que siempre nos han ofrecido su apoyo y consejos de superación personal con el propósito de adquirir este importante logro.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a la Carrera de Ingeniería Civil y a todos sus docentes quienes a través de su experiencia y conocimientos impartidos nos permiten conseguir esta nueva meta en nuestras vidas.

A nuestro tutor de tesis Ing. Armando Saltos, quien con su tiempo y paciencia nos dirigió y asesoró en la elaboración del presente trabajo.

A la Ing. Lucrecia Moreno por permitirnos realizar los ensayos de suelo en su laboratorio y poder así desarrollar parte fundamental de nuestra tesis.

A nuestros amigos quienes nos enseñaron el verdadero valor de la amistad, brindándonos su ayuda y confianza durante todo este proceso.

Clara Elizabeth Suárez Rosales

Ailtonjohn Marcelo Vera Tomalá

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Ramón Muñoz Suárez, Msc
**DECANO DE LA FACULTAD DE
DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

Ing. Juan Garcés Vargas, Msc
**DIRECTOR DE LA CARRERA
INGENIERÍA CIVIL**

Ing. Armando Saltos Sánchez, Msc
TUTOR

Ing. Humberto Guerrero, Msc
DOCENTE DE ÁREA

Ab. Joe Espinoza Ayala
SECRETARIO GENERAL

INDICE GENERAL

PORTADA

| | |
|-----------------------------------------------|-------------|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR..... | ii |
| REVISIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA..... | iii |
| DECLARACIÓN..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| TRIBUNAL DE GRADO..... | vii |
| INDICE GENERAL..... | viii |
| INDICE DE TABLAS..... | xii |
| INDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| RESUMEN..... | xvi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

| | |
|------------------------------------------|----------|
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 Justificación del proyecto | 2 |
| 1.3 Ubicación del proyecto | 3 |
| 1.4 Objetivos | 4 |
| 1.4.1 Objetivo general | 4 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.5 Descripción de la ruta actual..... | 5 |
| 1.5 Metodología..... | 7 |
| 1.5.1 Investigación bibliográfica | 7 |
| 1.5.2 Investigación de campo | 7 |
| 1.5.3 Investigación de laboratorio | 8 |

CAPITULO II

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Consideraciones previas | 9 |
| 2.1.1 Características del equipo topográfico | 9 |
| 2.1.2 Especificaciones principales | 10 |
| 2.2 Trabajos de campo | 11 |
| 2.2.1 Ubicación del punto de control geodesico del I.G.M | 11 |
| 2.2.2 Levantamiento topográfico | 13 |
| 2.3 Trabajos de oficina | 15 |
| 2.4 Tránsito | 15 |
| 2.4.1 Conteo vehicular | 16 |
| 2.4.2 Tránsito promedio diario anual (TPDA) | 18 |
| 2.4.3 Tránsito proyectado | 20 |
| 2.5 Clasificación del tipo de carretera | 22 |
| 2.6 Velocidad de diseño | 22 |
| 2.7 Velocidad de circulación (V_c) | 23 |
| 2.8 Distancia de seguridad entre dos vehículos (D_s) | 24 |
| 2.9 Distancia de visibilidad | 25 |
| 2.9.1 Distancia de visibilidad de parada | 25 |
| 2.9.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento o rebasamiento. | 26 |
| 2.10 DISEÑO GEOMÉTRICO | 28 |
| 2.10.1 Alineamiento horizontal | 30 |
| 2.10.1.1 Curvas circulares | 30 |
| 2.10.1.2. Radio mínimo de curvatura | 32 |
| 2.10.1.3 Grado de curvatura (G_c) | 32 |
| 2.10.1.4 Angulo central (α) | 33 |
| 2.10.1.5 Longitud de la curva (L_c) | 33 |
| 2.10.1.6 Tangente de curva (T) | 34 |
| 2.10.1.7 External (E) | 35 |
| 2.10.1.8 Peralte | 36 |
| 2.10.1.9 Sobreechancho en curvas circulares | 37 |
| 2.10.2 Alineamiento vertical | 38 |
| 2.10.2.1 Gradientes | 38 |
| 2.10.2.2 Curvas verticales | 40 |
| 2.10.2.3 Sección transversal típica | 40 |
| 2.10.2.4 Calzada o superficie de rodamiento | 41 |
| 2.10.2.5 Bermas o espaldones | 41 |
| 2.10.2.6 Taludes | 42 |

CAPITULO III

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

| | |
|----------------------------------------|----|
| 3.1 Alcantarillas..... | 43 |
| 3.1.1 Localización..... | 44 |
| 3.1.2 Longitud de alcantarilla..... | 44 |
| 3.1.3 Tipo de alcantarilla..... | 44 |
| 3.2 Parámetros básicos de diseño | 45 |
| 3.2.1 Área de drenaje..... | 45 |
| 3.2.2 Intensidad de precipitación..... | 45 |
| 3.2.3 Periodo de retorno | 46 |
| 3.2.4 Tiempo de concentración | 46 |
| 3.2.5 Coeficiente de escorrentía | 46 |
| 3.3 Cálculo de alcantarilla | 48 |
| 3.4 Muros de ala | 50 |

CAPITULO IV

ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 Ensayos de laboratorio | 52 |
| 4.1.1 Contenido de humedad..... | 54 |
| 4.1.2 Granulometría | 54 |
| 4.1.3 Límite plástico..... | 55 |
| 4.1.4 Límite líquido..... | 56 |
| 4.1.5 Proctor..... | 57 |
| 4.1.6 CBR | 58 |
| 4.1.7 Sistema Unificada de Clasificación de Suelos “S.U.C.S” | 60 |
| 4.1.8 Sistema de clasificación AASHTO | 61 |
| 4.2 Pavimento Flexible | 62 |
| 4.2.1 Subrasante | 62 |
| 4.2.2 Sub-base | 62 |
| 4.2.3 Base. | 63 |
| 4.2.4 Capa de rodadura..... | 63 |
| 4.2.5 Método de diseño AASHTO 93 | 63 |
| 4.2.5.1 Periodo de diseño. | 63 |
| 4.2.5.2 Serviciabilidad (PSI)..... | 64 |
| 4.2.5.3 Confiabilidad (r %): | 64 |
| 4.2.5.4 Desviación estándar (So)..... | 65 |
| 4.2.5.5 Módulo resiliente de la subrasante (Mr). | 65 |
| 4.2.5.6 Coeficientes de las capas. | 66 |
| 4.2.5.7 Coeficiente de drenaje. (m_i)..... | 68 |
| 4.2.5.8 Cargas por ejes equivalentes (E_{sal} 's) | 69 |

CAPITULO V

SEÑALIZACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1. SEÑALIZACIÓN | 74 |
| 5.1.1. Señalización Vertical..... | 74 |
| 5.1.1.1 Señales preventivas (P):..... | 75 |
| 5.1.1.2 Señales informativas (I):..... | 75 |
| 5.1.1.3 Señales regulatorias (R):..... | 75 |
| 5.1.2 Consideraciones para la colocación de señales verticales | 76 |
| 5.1.3 Señalización Horizontal | 81 |
| 5.1.3.1 Líneas longitudinales | 81 |
| 5.1.3.2 Líneas transversales | 81 |
| 5.2 Análisis de Impacto Ambiental..... | 82 |
| 5.2.1 Introducción | 82 |
| 5.2.2 Objetivos. | 82 |
| 5.2.3 Marco legal ambiental. | 83 |
| 5.2.4. Metodología. | 86 |
| 5.2.5. Área de Influencia de la vía..... | 86 |
| 5.2.5.1. Área de influencia. | 86 |
| 5.2.5.2. Área de influencia directa..... | 86 |
| 5.2.5.3. Área de influencia indirecta. | 87 |
| 5.2.6. Línea Base Ambiental | 87 |
| 5.2.6.1. Caracterización del componente físico. | 87 |
| 5.2.6.2. Caracterización del medio biótico. | 88 |
| 5.2.6.3 Caracterización del medio socioeconómico..... | 89 |
| 5.2.7. Identificación, valoración y evaluación de impactos ambientales | 90 |
| 5.2.7.1 Identificación de impactos ambientales | 91 |
| 5.2.7.2 Valoración de impactos ambientales | 94 |
| 5.2.7.3 Evaluación de impactos ambientales..... | 99 |
| 5.2.8. Plan de Manejo Ambiental | 102 |
| 5.2.8.1 Descripción de los impactos negativos y positivos | 103 |
| 5.2.8.2. Impactos positivos a generarse con la ejecución del proyecto | 104 |

CAPITULO VI

PRESUPUESTO, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------------------|------------|
| 6.1 Presupuesto | 105 |
| 6.2 Análisis de precio unitario. | 105 |
| 6.2.1 Costos directos..... | 105 |
| 6.2.2 Costos indirectos | 105 |
| 6.2.3 Precio unitario | 106 |
| 6.3 Conclusiones | 108 |
| 6.4 Recomendaciones | 110 |
| Bibliografía..... | 111 |
| Anexos..... | 112 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.1 Datos de ubicación del proyecto..... | 3 |
| Tabla 1.2 Datos generales del área del proyecto..... | 5 |
| Tabla 2.1 Resumen de conteo vehicular..... | 17 |
| Tabla 2.2 Total de vehículos..... | 18 |
| Tabla 2.3 Variaciones diarias..... | 19 |
| Tabla 2.4 Proyección del tráfico para 20 años..... | 21 |
| Tabla 2.5 Clasificación de la carretera en función del tráfico proyectado..... | 22 |
| Tabla 2.6 Velocidades de diseño..... | 23 |
| Tabla 2.7 Relación de la velocidad de diseño con la velocidad de circulación..... | 24 |
| Tabla 2.8 Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento..... | 27 |
| Tabla 2.9 Valores recomendados para diseño de una carretera..... | 29 |
| Tabla 2.10 Radios mínimos de curvatura..... | 32 |
| Tabla 2.11 Grado de curvatura..... | 33 |
| Tabla 2.12 Ángulo de incremento..... | 33 |
| Tabla 2.13 Longitud de la curva..... | 34 |
| Tabla 2.14 Tangente de curva..... | 35 |
| Tabla 2.15 Secante externa..... | 36 |
| Tabla 2.16 Gradientes longitudinales maximas (%)..... | 39 |
| Tabla 2.17 Gradientes | 39 |
| Tabla 2.18 Curvas cóncavas..... | 40 |
| Tabla 2.19 Curvas convexas | 40 |
| Tabla 2.20 Anchos de la calzada..... | 41 |
| Tabla 2.21 Valores para anchos de espaldones..... | 42 |
| Tabla 2.22 Valores recomendados para taludes | 42 |
| Tabla 3.1 Coeficiente de escorrentia C..... | 47 |
| Tabla 3.2 Coeficiente de rugosidad “n” | 49 |
| Tabla 4.1 Resultados del ensayo límite plástico..... | 55 |
| Tabla 4.2 Resultados de ensayo de límite líquido..... | 57 |
| Tabla 4.3 Resultados de ensayo de proctor | 58 |
| Tabla 4.4 Resultados de ensayo de CBR..... | 59 |
| Tabla 4.5 Clasificación S.U.C.S..... | 60 |
| Tabla 4.6 Clasificación AASHTO..... | 61 |
| Tabla 4.7 Valores de serviciabilidad | 64 |
| Tabla 4.8 Niveles de confiabilidad..... | 64 |
| Tabla 4.9 Valores de ZR para diversos grados de confiabilidad..... | 65 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 4.10 Desviación estandar (So)..... | 65 |
| Tabla 4.11 Capacidad de drenaje ... | 68 |
| Tabla 4.12 Valores recomendados de m_i | 69 |
| Tabla 4.13 Factor de equivalencia..... | 70 |
| Tabla 4.14 Hoja de diseño de pavimento .. | 72 |
| Tabla 4.15 Resultados obtenidos del Método AASTHO 93..... | 73 |
| Tabla 5.1 Señalización vertical desde Manantial de Guangala - El Salado | 77 |
| Tabla 5.2 Señalización vertical desde Manantial de Guangala - El Salado .. | 78 |
| Tabla 5.3 Señalización vertical desde El Salado - Manantial de Guangala..... | 79 |
| Tabla 5.4 Señalización vertical desde El Salado - Manantial de Guangala | 80 |
| Tabla 5.5 Constitución Política de la República del Ecuador..... | 83 |
| Tabla 5.6 Ley de Gestión Ambiental..... | 83 |
| Tabla 5.7 Ley de Tránsito y Transporte Terrestre | 84 |
| Tabla 5.8 Ley de Régimen Municipal | 84 |
| Tabla 5.9 Ley de Caminos .. | 84 |
| Tabla 5.10 Ley de Aguas ... | 85 |
| Tabla 5.11 Ley de minerías..... | 85 |
| Tabla 5.12 Medidas control ambiental especificaciones del MTOP 2002..... | 85 |
| Tabla 5.13 Datos meteorológicos estación Colonche..... | 88 |
| Tabla 5.14 Flora..... | 89 |
| Tabla 5.15 Fauna..... | 89 |
| Tabla 5.16 Componentes ambientales.. | 91 |
| Tabla 5.17 Valoración según su importancia relativa..... | 92 |
| Tabla 5.18 Matriz de Identificación de Impactos | 93 |
| Tabla 5.19 Valores de caracterización de impactos..... | 94 |
| Tabla 5.20 Matriz de Caracterización de impactos..... | 96 |
| Tabla 5.21 Matriz de Valoración de Impactos..... | 98 |
| Tabla 5.22 Rangos de valoración y nivel de significancia de impactos ... | 99 |
| Tabla 5.23 Matriz de Evaluación de Impactos | 100 |
| Tabla 5.24 Impactos negativos en la fase de construcción u operación ... | 103 |
| Tabla 5.25 Impactos en la fase de mantenimiento..... | 104 |
| Tabla 6.1 Presupuesto Referencial | 107 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Mapa de ubicación del proyecto..... | 4 |
| Figura 1.2 Comuna Manantial de Guangala..... | 5 |
| Figura 1.3 Recinto El Salado..... | 5 |
| Figura 1.4 Intersección que dirige hacia la población de Iceras - Clementina..... | 6 |
| Figura 1.5 y 1.6 Agricultura existente entorno a la vía..... | 6 |
| Figura 2.1 Estación Total..... | 9 |
| Figura 2.2 Placa del IGM..... | 11 |
| Figura 2.3 Sitio donde está ubicada la placa..... | 11 |
| Figura 2.4 Monografía del punto de control geodesico..... | 12 |
| Figura 2.5 Toma de puntos con equipo topográfico..... | 13 |
| Figura 2.6 Hito ubicado al inicio de la vía..... | 13 |
| Figura 2.7 Hito ubicado al final de la vía..... | 14 |
| Figura 2.8 Conteo de tráfico en la vía Colonche - Manantial de Guangala..... | 16 |
| Figura 2.9 Conteo de tráfico en la vía Colonche - Manantial de Guangala..... | 17 |
| Figura 2.10 Etapas de la maniobra para adelantamiento en carreteras | 26 |
| Figura 2.11 Elementos de la curva circular simple..... | 30 |
| Figura 2.12 Curvas de alineamiento horizontal..... | 31 |
| Figura 2.13 Peralte en una curva circular..... | 36 |
| Figura 2.14 Desarrollo del peralte..... | 37 |
| Figura 2.15 Sección típica de la vía..... | 41 |
| Figura 3.1 Partes de una alcantarilla..... | 43 |
| Figura 3.2 Recopilación de la información..... | 44 |
| Figura 4.1 Calicata N° 2..... | 52 |
| Figura 4.2 Calicata N° 4..... | 52 |
| Figura 4.3 Ubicación de calicatas..... | 53 |
| Figura 4.4 Curva de distribución granulométrica..... | 55 |
| Figura 4.5 Línea de escurrimiento..... | 56 |
| Figura 4.6 Curva de relación densidad-humedad | 56 |
| Figura 4.7 Relación entre carga unitaria – penetración | 59 |
| Figura 4.8 Estructura de pavimento..... | 62 |
| Figura 4.9 Coeficiente a_1 para carpeta asfáltica..... | 66 |
| Figura 4.10 Variación del coeficiente estructural a_2 de la base de pavimento..... | 67 |
| Figura 4.11 Variación del coeficiente estructural a_2 de la capa de base estabilizada..... | 67 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.12 Variación del coeficiente estructural a_3 de la subbase..... | 68 |
| Figura 5.1 Medidas para señalización vertical..... | 76 |
| Figura 5.2 Líneas longitudinales..... | 82 |
| Figura 5.3 Paso cebra | 82 |
| Figura 5.4 Resultados de la valoración de componentes..... | 101 |
| Figura 5.5 Tipos de medidas de mitigación..... | 102 |

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA: “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA EL SALADO - MANANTIAL DE GUANGALA DEL CANTÓN SANTA ELENA”

AUTORES: Suárez Rosales Clara Elizabeth
Vera Tomalá Ailtonjohn Marcelo

TUTOR: Ing. Armando Saltos Sánchez. Msc

RESUMEN

Para el desarrollo de la presente tesis se realizó un estudio del tráfico que consistió en un conteo vehicular; a través de la proyección del TPDA se la pudo clasificar como una carretera Tipo III, cuya velocidad de diseño es de 60Km/h. Los trabajos de topografía permitieron conocer el relieve y las características del terreno donde se implantará la vía; utilizando el programa Autocad Civil 3D se efectuó el alineamiento horizontal y vertical con sus respectivas secciones transversales; para esto se consideró las Normas de Diseño de Geométrico MOP 2003. Con la visita de campo y la topografía realizada se identificó la presencia de una cuenca de drenaje transversal a la vía, por lo cual fue necesario efectuar un diseño estructural de alcantarilla así como de sus partes complementarias. Para conocer el tipo de suelo existente se realizó cuatro calicatas de las cuales se tomó muestras que fueron ensayadas en el laboratorio y mediante los resultados obtenidos se pudo hacer su respectiva clasificación. En el diseño de la estructura de pavimento flexible se empleó el método AASHTO 93 adoptado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el cual permitió obtener el cálculo de los espesores de las capas de subbase, base y carpeta asfáltica. Para la señalización de la vía se tomó como referencia las Normas Ecuatorianas Viales (NEVI 2012 en revisión) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano, los cuales establecen ciertos parámetros que se deben cumplir para la ubicación y colocación de señalizaciones horizontales y verticales que se requiere a lo largo de la vía. Para reducir los impactos a generarse durante la ejecución del proyecto se presenta un Plan de Manejo Ambiental que ayudará a mitigar los impactos producidos hacia los componentes ambientales del entorno de la vía. El presupuesto referencial contiene los rubros analizados de las cantidades de obra relacionadas con cada una de las actividades a desarrollarse en proceso constructivo de la vía.

PALABRAS CLAVES: Topografía, diseño, suelo, drenaje, pavimento.

INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación constituyen un elemento indispensable y sustancial en el desarrollo social y económico de un pueblo, convirtiéndose en un medio para la integración de varios sectores que conforman una región; la construcción y el funcionamiento de nuevas carreteras brindan a sus usuarios comodidad, seguridad y ahorros en el tiempo de recorrido.

Los habitantes del recinto El Salado del cantón Santa Elena, carecen de transporte público al no contar con un acceso vial adecuado, lo cual incide en el progreso del sector. Por lo antes expuesto, se presenta el Estudio y Diseño de la vía El Salado – Manantial de Guangala, el cual comprende el desarrollo de trabajos como: levantamiento topográfico, aforo de tráfico, diseño geométrico, estudios de suelo, diseño de pavimento, estudio de drenaje, señalización vial y un análisis de impacto ambiental.

Todo este trabajo se realizó en cumplimiento con las normas y especificaciones del MTOP, los parámetros para diseño de pavimentos flexibles de la AASHTO 93 y las Normas Ecuatorianas Viales (NEVI 2012 en revisión).

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

1.1 Planteamiento del problema.

El recinto El Salado está conformado por una población dedicada a la agricultura, en la actualidad no cuenta con transporte público, por esta razón se movilizan en motos hacia la población más cercana como es Manantial de Guangala, donde si llega una cooperativa que realiza el traslado de los habitantes.

El camino El Salado – Manantial de Guangala no presenta condiciones favorables para la circulación vehicular, es transitable solo en tiempos secos; lo que ocasiona malestar a los usuarios por la emanación de polvo que se genera durante el recorrido. Sus pobladores se ven más perjudicados en tiempos de invierno al no poder sacar sus productos agrícolas de manera apropiada.

1.2 Justificación del proyecto

Debido a las condiciones que presenta el camino vecinal se consideró la importancia de realizar el estudio y diseño, que servirá como base para la futura ejecución del proyecto, lo cual permitirá mejorar la movilización y comunicación entre los pobladores de dichas localidades.

Con la vía en buen estado se generará un flujo vehicular donde los conductores emplearán menos tiempo en el recorrido, consiguiendo un rápido y cómodo acceso hacia las poblaciones aledañas, que cuentan con establecimiento de salud,

educación, entre otros.

De igual manera se logrará un mayor desarrollo de las actividades agrícolas, consecuentemente alcanzarían un progreso en el aspecto socioeconómico del sector, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes. Cabe resaltar que todo proyecto vial impulsa el crecimiento urbano de un pueblo por lo tanto se necesita realizar un buen trazado geométrico y determinar una excelente estructura de pavimento.

1.3 Ubicación del proyecto

El cantón Santa Elena está conformado por distintas parroquias siendo una de ellas Colonche, entre su comunidades se encuentra localizado el proyecto vial denominado El Salado – Manantial de Guangala (Figura 1.1) que une las poblaciones del mismo nombre, el cual tiene una longitud de 4.075 Km.

Para llegar al lugar se debe seguir la vía conocida como la Ruta del Spondylus hacia el norte del cantón; a la altura del cruce de Palmar a mano derecha, existe un desvío de ingreso hacia el centro de la cabecera parroquial de Colonche, luego se toma la vía principal hasta llegar a la comuna Manantial de Guangala. Desde este punto se enmarca la ruta de estudio cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 1.1

Tabla 1.1 Datos de ubicación del proyecto

| ABSCISA DE INICIO | | | ABSCISA FINAL | | |
|-------------------|------------|--------|---------------|------------|--------|
| 0+000 | | | 4+075 | | |
| NORTE | ESTE | COTA | NORTE | ESTE | COTA |
| 9779299.555 | 546305.366 | 36.063 | 9781825.907 | 548850.374 | 57.888 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

Figura 1.1 Mapa de ubicación del proyecto



Fuente: GAD SANTA

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el Estudio y Diseño de la vía El Salado – Manantial de Guangala, situada en el sector norte del cantón Santa Elena.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar y conocer las características del camino a través del levantamiento topográfico, estudio de hidrología, estudio de suelo.
- Mejorar el trazado geométrico del camino existente.
- Diseñar la estructura de pavimento flexible que resista los esfuerzos aplicados por los automotores.
- Realizar el cálculo y diseño de alcantarillas que requiera la vía.
- Determinar el presupuesto general del proyecto.

1.5 Descripción de la ruta actual

El camino vecinal El Salado – Manantial de Guangala actualmente se encuentra en condiciones inapropiadas para la circulación vehicular (Figuras 1.2 y 1.3). El trazado que presenta la vía requiere mejorar las características geométricas, de manera que se analizó las condiciones físicas del suelo y el tipo de vegetación existente, en la Tabla 1.2 se describe los datos generales del área del proyecto.



Figura 1.2 Comuna Manantial de Guangala



Figura 1.3 Recinto El Salado

Tabla 1.2 Datos generales del área del proyecto

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| Longitud de la vía | 4.075km |
| Cota de origen | 36.063m |
| Cota de destino | 57.888m |
| Clase de topografía | Plana y ondulada |
| Clima | Cálido |
| Temperatura | Entre 12 y 24°C |
| Ancho de la vía | 5m |
| Suelo dominante | Tierra orgánica, color amarillo, negro y gris |
| Uso de la tierra | Agricultura |
| Población | Manantial de Guangala - El Salado |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

En la abscisa 1+820 existe una intersección que une a las poblaciones de Iceras y Clementina (Figura 1.4)



Figura 1.4 Intersección que dirige hacia la población de Iceras - Clementina

Durante el recorrido por la vía se pudo observar los sembríos que tiene la población hasta llegar al recinto El Salado, tal como se observa en las Figuras 1.5 y 1.6



Figuras 1.5 y 1.6 Agricultura existente entorno a la vía

1.6 Metodología

El proyecto de tesis denominado Estudio y Diseño de la vía El Salado – Manantial de Guangala se realizó mediante investigaciones bibliográficas, de campo y de laboratorio.

1.6.1 Investigación bibliográfica

Se empleó fuentes primarias y secundarias entre ellas:

- Monografía y carta topográfica obtenidas en el Instituto a Aeroespacial (antes IGM)
- Manual de normas de diseño geométrico 2003 MOP.
- Diseño de pavimento flexible AASHTO 93
- Normas Ecuatorianas Viales (NEVI 2012 en revisión).
- Utilización de libros guías relacionados en vías de comunicación, además del aporte de los conocimientos y experiencias de profesionales en el área vial.

1.5.2 Investigación de campo

La investigación de campo que se realizó fue:

- Cuantificar la cantidad de vehículos que circulan en una vía aledaña al proyecto (Tráfico actual).
- Obtener los datos de la vía mediante el levantamiento topográfico.
- Definir y determinar las cuencas para diseño de alcantarillas.

1.5.3 Investigación de laboratorio

Se realizó ensayos de suelo tales como:

- Contenido de humedad (Norma de referencia ASTM D 2216)
- Granulometría (Normas de referencia: AASHTO 7-87-70, 7-88-70 - ASTM D421-58, D422- 63)
- Límite plástico (Normas de referencia: ASTM D424 -59 - AASHTO T-90-56)
- Límite líquido (Normas de referencia: ASTM DM 23-66 - AASHTO T-89-68)
- Proctor modificado tipo C (Normas de referencia: ASTM D -698– 91, D 1557 - 91 - AASHTO T-180 – 93, T-99-94)
- CBR de laboratorio (Normas de referencia: ASTM D -1883 - 73 - AASHTO T – 193 - 63)

CAPITULO II

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

2.1 Consideraciones previas

Para el levantamiento topográfico de la vía se consideró distancias horizontales y verticales entre puntos, además de los datos necesarios para representarlos sobre un plano a una determinada escala. Esto permitió conocer la forma y características del terreno donde atraviesa la vía, identificar los diferentes desniveles y coordenadas de ubicación, información; que sirvió para mejorar el trazado geométrico del camino existente.

2.1.1 Características del equipo topográfico

El equipo utilizado fue una Estación Total marca Sokkia modelo CX-105 (Figura 2.1) que viene con un software incorporado para: vías, distancia entre prismas, medición de alturas, cálculo de áreas, medición de coordenadas, replanteo, entre otros programas, que son utilizados en el campo de la ingeniería civil.



Figura 2.1 Estación Total

2.1.2 Especificaciones principales

Telescopio: permite tener una imagen directa hacia el prisma con un enfoque mínimo de 1.3m y un máximo de 3000m.

Medición de ángulos: horizontales y verticales.

Memoria interna: Capacidad de hasta 10000 puntos incluye Número, N, E, Cota y Código.

Memoria externa: Con puerto de comunicación USB y dispositivo con una capacidad de hasta 8 GB.

Programa de comunicación: SOKKIA LINK utilizado para cargar y descargar datos.

Características: Plomada laser, teclado alfanumérico, batería recargable.

2.2 Trabajos de campo

2.2.1 Ubicación del punto de control geodésico del I.G.M

Como referencia para el levantamiento topográfico de la vía se tomó datos de un punto establecido por el IGM, los mismos que constan en la monografía adquirida en el Instituto Geográfico Militar (Figura 2.4). El más cercano a la vía está ubicado en la comunidad de Pueblo Nuevo de la parroquia Colonche, la placa con código L-M-24 se encuentra empotrada en la base de concreto de las astas de las banderas en la escuela Mixta Guillermo Chalen Asencio (Figuras 2.2 y 2.3), cuyas coordenadas geográficas son: N 9779064.340, E 530987.128 con una cota de 12.364m.



Figura 2.2 Placa del IGM



Figura 2.3 Sitio donde está ubicada la placa

Figura 2.4 Monografía del punto de control geodésico

| INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Monografía de Punto de Control Geodésico | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Entidad Ejecutora: | | Registro en el IGM: | | 3740 |
| Proyecto: RED GPS DEL ECUADOR | | Nombre del Punto: L-M-24 | | Código del Punto: 2401520008 |
| LOCALIZACIÓN DEL PUNTO | | | | |
| Pais: ECUADOR | Provincia: SANTA ELENA | Cantón: SANTA ELENA | Parroquia: COLONCHE | Sitio: PALMAR |
| CONTROL HORIZONTAL | | | | |
| Datum Horizontal: SIRGAS 95 | | Epoca de referencia: 1995.4 | | Orden: TERCERO |
| Coordenadas Geográficas: | | Coordenadas UTM: | | Fecha de determinación: 10-10-2012 |
| Latitud (° ' ") | S 01 59 55,8323 | Zona: | 17 S | |
| Longitud (° ' ") | W 080 43 16,8931 | Norte (m): | 9779064,340 | |
| Altura Elipsoidal (m): | 26,379 | Este (m): | 530987,128 | |
| CONTROL VERTICAL: | | | | |
| Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR | | Mareógrafo: LA LIBERTAD | | |
| Línea Nivelación: LIBERTAD - MACHALILLA | | Código de la Línea: L-M | Fecha de determinación: 11-09-2004 | Coordenadas UTM Aprox. |
| Elevación (m): 12,3637 | | Tipo Nivelación: GEOMETRICA | Orden: PRIMERO | Zona: Norte (m): Este (m): |
| GRAVIMETRÍA: | | | | |
| Datum Gravimétrico: IGSN71 | | Valor de Gravedad (mGal): 978077,46 | | Orden: TERCERO |
| | | | | Fecha de determinación: 12-12-2004 |
| CROQUIS | | FOTOGRAFÍA PANORÁMICA | | |
| | | | | |
| | | UBICACIÓN | PLACA | |
| | | Empotrada en la base de concreto de asta de las banderas en la Escuela Mixta "Guillermo Chalen Acencio". El punto anterior se halla a 1.5 Km de distancia. | | |
| ACCESIBILIDAD | | INSCRIPCIÓN EN LA PLACA | | |
| A lo largo de la carretera La Libertad - Machalilla, entre La Libertad y Machalilla, partiendo desde el tope "A" en el Mareógrafo de Libertad, el punto esta a 38.85 km. Al lado derecho de la ruta a 72 m. de su eje. | | INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO L-M-24 - 2004 - QUITO-ECUADOR | | |
| | | MATERIALIZACION | ESTADO | |
| | | Placa | BUENO | |
| | | | Fecha de Última Vista: | |
| | | | 10-10-2012 | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| Coord. Aprox. SIRGAS | | | | |
| Elaborado por: | | Ingresado: | | Supervisado: |
| TAPIA JIMÉNEZ RAÚL GERALDO | | IZA TOAPANTA WILMAN SEGUNDO | | RODRIGUEZ CEVALLOS FREDDY GONZAL |

2.2.2 Levantamiento topográfico

Para el trabajo de campo se utilizó el equipo topográfico conformado por la estación total, trípode, jalones, prismas, GPS; además del personal necesario como un topógrafo, dos cadeneros y dos macheteros, un vehículo para la movilización del personal, entre los materiales complementarios se empleó cintas, estacas, martillos, clavos, spray, machetes.

El arrastre de la cota con la ubicación de coordenadas se desarrolló durante siete días partiendo desde la placa del IGM anteriormente descrita. Para esto se colocó 143 estacas que sirvieron como estaciones para calar el equipo, desde cada una se tomó lecturas de vista atrás y vista adelante, hasta llegar al punto inicial de la vía en la población de Manantial de Guangala con las siguientes coordenadas N 9779299.555, E 546305.366 y una cota de 36.063, en el sitio se dejó un hito de referencia (Figura 2.6) efectuando un arrastre de aproximadamente 22Km de longitud.



Figura 2.5 Toma de puntos con equipo topográfico



Figura 2.6 Hito ubicado al inicio de la vía

En el levantamiento topográfico de la vía efectuado durante cinco días, se consideró como punto de partida el hito ubicado en la comuna Manantial de Guangala, en el trayecto se colocaron 32 estaciones que sirvieron como puntos de cambio, sobre cada una de ellas se calaba la estación total para luego proceder a realizar las respectivas radiaciones sobre el terreno del proyecto.

El abscisado de la vía se consideró cada 20m para poder determinar la planimetría y altimetría tomando lecturas en el centro, lado derecho e izquierdo del camino; con una cobertura medida de $\pm 30\text{m}$ desde el eje actual de la vía hasta llegar al recinto El Salado, donde también se colocó un hito de referencia cuyas coordenadas son N 9781825.907 E 548850.374 con una cota de 57.888m (Figura 2.7) obteniendo así una longitud de 4.075 Km de vía.



Figura 2.7 Hito ubicado al final de la vía

Las libretas topográficas que contienen el número de puntos, coordenadas, alturas y códigos tanto del arrastre de cota y del levantamiento de la vía El Salado – Manantial de Guangala se presentan en el Anexo 1.

2.3 Trabajos de oficina

Terminado el trabajo de campo se procedió a realizar el trabajo de oficina donde se requirió de un dispositivo USB que sirvió para descargar los archivos de la Estación Total, empleando el programa Sokkia Link se abre el archivo que viene dado en formato SDR, se exporta los puntos al programa de Excel en el cual se puede editar, seleccionar y ordenar las celdas que contienen los datos de los distintos puntos, códigos, coordenadas y cotas del terreno que conforman la vía.

Para luego ser convertidos en formato CSV (delimitado por comas), de esta manera el archivo queda listo para ser importado al programa Autocad Civil 3D, el cual permitió interpretar y procesar los datos obtenidos; posteriormente continuar con el diseño geométrico de la vía.

2.4 Tránsito

Para determinar el tipo de carretera a diseñar se realizó un conteo vehicular, con el que se obtuvo datos reales de la cantidad y las diferentes clases de automotores que podrían transitar en la nueva vía. La información recopilada sobre el tránsito permitió establecer las cargas para el diseño geométrico.

2.4.1 Conteo vehicular

Este trabajo se realizó mediante conteo manual con una duración de 7 días desde el martes 1 hasta el lunes 7 de julio de manera continua, la toma de datos se efectuó en la vía principal de ingreso a la comuna Manantial de Guangala de la parroquia Colonche, sector colindante de la vía en estudio (Figura 2.8 y 2.9).

El tiempo de conteo fue de 10 horas diarias de 7 de la mañana a 5 de la tarde, presentándose en este periodo una mayor movilización de vehículos en el día, el desarrollo de este trabajo permitió clasificar los automotores en livianos y pesados. En el Anexo 2 se presenta los valores obtenidos en la semana de conteo.



**Figura 2.8 Conteo de tráfico en la vía Colonche -
Manantial de Guangala**



Figura 2.9 Conteo de tráfico en la vía Colonche -
Manantial de Guangala

El resumen de los datos obtenidos en la semana de conteo se presenta en la Tabla 2.1, la misma que contiene la cantidad y los tipos de vehículos que circulan en la zona donde se encuentra inmerso el proyecto, información que fue utilizada para la proyección del TPDA (Transito Promedio Diario Anual)

Tabla 2.1 Resumen de conteo vehicular

| Tipo de vehículo | | Días de la semana | | | | | | | Total | |
|------------------|----------|-------------------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|-------|-----|
| | | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo | | |
| Livianos | | 190 | 199 | 238 | 221 | 228 | 203 | 220 | 1499 | |
| Pesados | Buses | 83 | 66 | 64 | 66 | 63 | 79 | 79 | 500 | |
| | Camiones | 2D | 20 | 28 | 10 | 10 | 7 | 36 | 13 | 124 |
| | | 2DA | 35 | 17 | 20 | 20 | 20 | 25 | 17 | 154 |
| | | 2DB | 21 | 15 | 13 | 28 | 16 | 31 | 11 | 135 |
| | | V2DB | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 6 | 1 | 24 |
| TOTAL | | 351 | 327 | 350 | 349 | 338 | 380 | 341 | 2436 | |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

La hora pico de la semana de conteo se reflejó el martes 1 de julio de 10 a 11 de la mañana con un valor de 76,66 vehículos equivalentes. La composición del tránsito existente está conformado por: livianos 48%, buses 23% y camiones 29%.

2.4.2 Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El TPDA es la unidad de medida que permite estimar la cantidad de vehículos que podrían circular por la vía. Para su cálculo se debería tener datos de una estación de conteo permanente, debido a que no disponemos de ninguna información de este tipo de conteo, se aplicó una relación entre el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS), la misma que se expresa de la siguiente manera:

$$TPDA = TPDS \pm A$$

Dónde: A es la diferencia máxima entre el TPDA y TPDS.

La Tabla 2.2 contiene la cantidad de los tipos de vehículos de los días de conteo que multiplicados por su factor de equivalencia se obtiene el valor total de vehículos de diseño:

Tabla 2.2 Total de vehículos

| Tipo de vehículo | Conteo | Factor de Equivalencia | Vehículo de Diseño |
|------------------|--------|------------------------|--------------------|
| Livianos | 1499 | 1 | 1499 |
| Buses | 500 | 1,78 | 890 |
| Camiones | 437 | 2,02 | 882,74 |
| | | Total | 3272 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

El TPDS se determinó mediante la división del total de vehículos para los 7 días de conteo:

$$TPDS = \text{Total de vehiculos}/n$$

$$TPDS = 3272/7$$

$$TPDS = 467.43$$

Para obtener la sumatoria del valor de $(TD_i - TPDS)^2$ se elaboró la Tabla 2.3

Tabla 2.3 Variaciones diarias

| DIA | CONTEO | Diferencia | | Dif. al Cuad |
|--------------|--------|------------------------|-------|---------------------------------------|
| | DIARIO | TD _i - TPDS | | (TD _i - TPDS) ² |
| Lunes | 495 | - | 27,61 | 762,23 |
| Martes | 442 | | 25,39 | 644,72 |
| Miércoles | 449 | | 18,39 | 338,24 |
| Jueves | 464 | | 3,39 | 11,50 |
| Viernes | 435 | | 32,39 | 1.049,20 |
| Sábado | 542 | - | 74,61 | 5.566,44 |
| Domingo | 445 | | 22,39 | 501,38 |
| Total | | | | 8.873,72 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

En el cálculo de la desviación estándar muestral S se empleó la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{8873,72}{6}}$$

$$S = 38,457$$

Dónde: TD_i = volumen del tránsito del día “i”

Para hallar el error estándar de la media se aplicó la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

$$\sigma = \frac{38,457}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365-7}{365-1}} \right)$$

$$\sigma = 14,39$$

Dónde:

σ = error estándar de la media

S = desviación estándar de la distribución de volúmenes de tránsito diario (38.457)

N = tamaño de la población en número de días del año (365)

n = tamaño de la muestra en número de días de conteo (7)

El TPDS obtenido del promedio de los siete días de conteo fue 467 vehículos, se adoptó el nivel de confiabilidad del 90% correspondiente a un coeficiente de confianza K de 1.64.

$$A = K * \sigma$$

$$A = 1,64 * 14,39$$

$$A = 23,60$$

Dónde: K = número de desviación estándar equivalente a un nivel de confiabilidad

Conociendo los valores del TPDS y A, se los reemplaza en la siguiente fórmula:

$$TPDA = TPDS \pm A$$

$$TPDA = 467.43 + 23.60$$

$$TPDA = 467.73 - 23.60$$

$$TPDA = 491$$

$$TPDA3 = 444$$

2.4.3 Tránsito proyectado

Es el que se pronostica en base al tráfico actual, su valor dependerá del tiempo de vida para el que será diseñado. En el proyecto se empleó un TPDA de 491 aplicando la siguiente fórmula tenemos.

$$T_p = T_a (1 + i)^n$$

$$T_p = TPDA_{2014} (1 + i)^n$$

$$T_p = 491(1 + 0.033)^{20}$$

$$T_p = 940$$

Dónde:

T_p = tráfico proyectado

i = tasa de crecimiento (3.3%)

T_a = tráfico actual

n = número de años proyectados (20)

La Tabla 2.4 presenta los resultados de la proyección del tráfico, para el año 2034 se estima que podrían transitar por la vía una cantidad de 940 vehículos considerados para ambos sentidos de circulación.

Tabla 2.4 Proyección del tráfico para 20 años

|  UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------|
| PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA EL SALADO - MANANTIAL DE GUANGALA | | | | | | |
| UBICACIÓN: CANTON SANTA ELENA - PARROQUIA COLONCHE | | | | | | |
| REALIZADO POR: SUÁREZ ROSALES CLARA - VERA TOMALÁ AILTONJOHN | | | | | | |
| ACTIVIDAD: PROYECCIÓN DEL TRÁFICO A 20 AÑOS (2034) | | | | | | |
| Ecuación de Proyección $y=TPDA_{2014} (1.033)^n$ | | | | | | |
| DOS DIRECCIONES (100%) | | | | | | |
| AÑOS | # ORDEN | TPDA | # VEQP-AÑO 100% | LIVIANOS 48.08% | BUSES 23.08% | CAMIONES (2S 0-0) 28.85% |
| 2014 | 0 | 491 | 179,207 | 86,157 | 41,356 | 51,694 |
| 2015 | 1 | 507 | 185,121 | 89,001 | 42,720 | 53,400 |
| 2016 | 2 | 524 | 191,230 | 91,938 | 44,130 | 55,163 |
| 2017 | 3 | 541 | 197,541 | 94,971 | 45,586 | 56,983 |
| 2018 | 4 | 559 | 204,060 | 98,106 | 47,091 | 58,863 |
| 2019 | 5 | 578 | 210,794 | 101,343 | 48,645 | 60,806 |
| 2020 | 6 | 597 | 217,750 | 104,687 | 50,250 | 62,812 |
| 2021 | 7 | 616 | 224,935 | 108,142 | 51,908 | 64,885 |
| 2022 | 8 | 637 | 232,358 | 111,711 | 53,621 | 67,026 |
| 2023 | 9 | 658 | 240,026 | 115,397 | 55,391 | 69,238 |
| 2024 | 10 | 679 | 247,947 | 119,205 | 57,219 | 71,523 |
| 2025 | 11 | 702 | 256,129 | 123,139 | 59,107 | 73,883 |
| 2026 | 12 | 725 | 264,582 | 127,203 | 61,057 | 76,322 |
| 2027 | 13 | 749 | 273,313 | 131,400 | 63,072 | 78,840 |
| 2028 | 14 | 774 | 282,332 | 135,737 | 65,154 | 81,442 |
| 2029 | 15 | 799 | 291,649 | 140,216 | 67,304 | 84,130 |
| 2030 | 16 | 825 | 301,273 | 144,843 | 69,525 | 86,906 |
| 2031 | 17 | 853 | 311,215 | 149,623 | 71,819 | 89,774 |
| 2032 | 18 | 881 | 321,486 | 154,560 | 74,189 | 92,736 |
| 2033 | 19 | 910 | 332,095 | 159,661 | 76,637 | 95,797 |
| 2034 | 20 | 940 | 343,054 | 164,930 | 79,166 | 98,958 |
| SUMAN | | 14,543 | 5,308,096 | 2,551,969 | 1,224,945 | 1,531,182 |

2.5 Clasificación del tipo de carretera

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas clasifica las carreteras de acuerdo a su grado de importancia, separándolas por la cantidad de vehículos diarios. Con los resultados obtenidos de la proyección del tráfico para un periodo de 20 años se estima la circulación de 940 vehículos por día, en base a este valor se deduce que la carretera a diseñar es de Clase III, tal como se muestra en la Tabla 2.5.

| Tabla 2.5 Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|
| CLASE DE CARRETERA | | Tráfico Proyectado TPDA |
| R-I | O R-II | Más de 8.000 |
| I | | De 3.000 a 8.000 |
| II | | De 1.000 a 3.000 |
| III | | De 300 a 1.000 |
| IV | | De 100 a 300 |
| V | | Menos de 100 |

Fuente: Normas de diseño geométrico 2003 MTOP.

2.6 Velocidad de diseño

Se determina como la velocidad máxima con la que el conductor se puede movilizar siempre y cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito sean favorables; es a través de esta velocidad que se puede calcular los elementos geométricos para sus alineamientos.¹

La Tabla 2.6 presenta las diferentes velocidades establecidas por el MTOP, en referencia al TPDA y la topografía realizada en la vía se pudo caracterizar como un terreno de relieve ondulado; para una carretera Tipo III se recomienda una velocidad de 60Km/h.

¹ MTOP - ASTEC NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. REVISADA POR EL CONSORCIO DE CONSULTORES "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (NEW JERSEY, USA) - PROTECVIA CIA.LTDA. 2003

Tabla 2.6 Velocidades de diseño

| VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| CATEGORIA DE LA VÍA | 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 | |
| | 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 |

Fuente: Normas de Diseño Geométrico 2003 MTOP

2.7 Velocidad de circulación (V_c)

(MTOP, 2003)

“La velocidad de circulación es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables”.

Para determinar la velocidad de circulación con relación a la velocidad de diseño se pueden aplicar las siguientes fórmulas según el TPDA obtenido:

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5 \quad \text{para } (TPDA < 1000)$$

$$V_c = 1.32V_d^{0.89} \quad \text{para } (1000 < TPDA < 3000)$$

En nuestro caso emplearemos la primera ecuación, reemplazando la velocidad de diseño de 60 Km/h.

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5$$

$$V_c = (0.80 * 60) + 6.5$$

$$V_c = 54.5 \text{ Km/h}$$

La velocidad de circulación obtenida fue de 55 Km/h, es posible también clasificarla de acuerdo a la velocidad de diseño relacionada con el volumen de tránsito (Tabla 2.7)

Tabla 2.7 Relación de la velocidad de diseño con la velocidad de circulación

| Velocidad de diseño Km/h | Velocidad de circulación Km/h | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Volumen de tránsito bajo | Volumen de tránsito intermedio | Volumen de tránsito alto |
| 25 | 24 | 23 | 22 |
| 30 | 28 | 27 | 26 |
| 40 | 37 | 35 | 34 |
| 50 | 46 | 44 | 42 |
| 60 | 55 | 51 | 48 |
| 70 | 63 | 59 | 53 |
| 80 | 71 | 66 | 57 |
| 90 | 79 | 73 | 59 |
| 100 | 86 | 79 | 60 |
| 110 | 92 | 85 | 61 |

Fuente : Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003

2.8 Distancia de seguridad entre dos vehículos (D_s)

Es aquella distancia que permita al conductor del vehículo de atrás detenerse sin chocar, cuando el de adelante aplique los frenos.

Para obtener la distancia de seguridad la AASHTO recomienda emplear la siguiente ecuación:

$$D_s = 0.183Vc + 6$$

$$D_s = 0.183 * 55 + 6$$

$$D_s = 16 \text{ m}$$

Donde:

Vc = velocidad de circulación (55Km/h)

2.9 Distancia de visibilidad

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera. La longitud de la vía que un conductor puede ver delante de él, es lo que conocemos como distancia de visibilidad, esta distancia se discute en dos aspectos: la distancia visibilidad de parada y la distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

2.9.1 Distancia de visibilidad de parada

Es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo, cuando se presenta una situación de peligro o divisiva un objeto imprevisto adelante de su recorrido.

Para el cálculo de esta distancia se aplica la siguiente fórmula:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d = distancia mínima de velocidad de parada

d_1 = distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que conductor avizora un objeto en el camino.

d_2 = distancia de frenado.

Según la AASHTO, el tiempo total de percepción más reacción a utilizarse es de 2.5 segundos, para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad.

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (d_1) se determina con la siguiente ecuación:

$$d_1 = 0,70 * Vc$$

$$d_1 = 0,70 * 55$$

$$d_1 = 39m$$

Para el cálculo de la distancia de frenado (d_2), se requiere de un coeficiente de fricción longitudinal (f) para el cual se aplica la siguiente fórmula:

$$f = 1,15 / (Vc)^{0,3}$$

$$f = 1,15 / (55)^{0,3}$$

$$f = 0,35$$

Entonces para hallar el valor de la distancia de frenado se reemplaza en la siguiente ecuación:

$$d_2 = Vc^2 / 254f$$

$$d_2 = 55^2 / 254 * 0,35$$

$$d_2 = 34m$$

La distancia de visibilidad de parada quedaría dada por:

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 39m + 34m$$

$$d = 73m$$

2.9.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento o rebasamiento.

Es la distancia requerida por el conductor de un vehículo que viaja a velocidad de diseño, pueda adelantar a otro que viaja por su mismo carril a menor velocidad, sin peligro de colisionar el tránsito que pueda venir por el carril opuesto. (Figura 2.10)

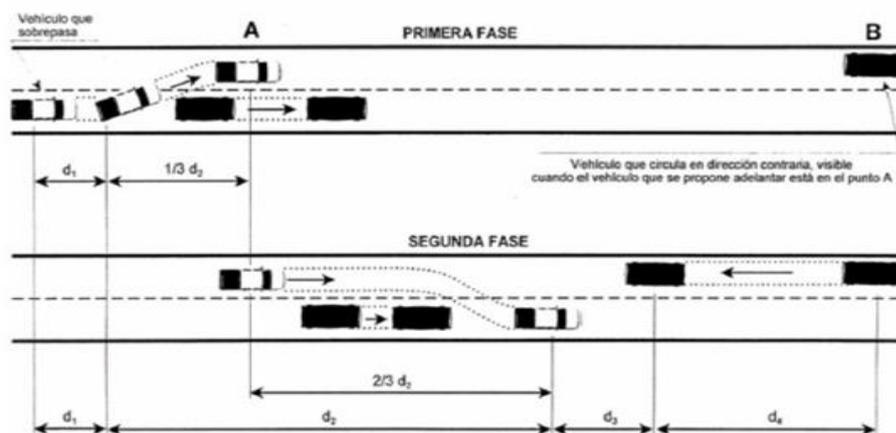


Figura 2.10 Etapas de la maniobra para adelantamiento en carretera de dos carriles.

Tabla 2.8 Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones de seguridad para carreteras de dos carriles

| Grupo de Velocidades- kph | 48-64 | 64-80 | 80-96 | 96-112 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| Velocidad Promedio para Rebasamiento-kph | 56 | 70 | 84 | 99 |
| Maniobra inicial: | | | | |
| a = aceleración promedio-kph/seg | 2,24 | 2,29 | 2,35 | 2,4 |
| t ₁ = tiempo – seg | 3,6 | 4 | 4,3 | 4,5 |
| d ₁ = distancia recorrida – m | 44 | 66 | 88 | 112 |
| Ocupación del carril del lado izquierdo: | | | | |
| t ₂ = tiempo – seg | 9,3 | 10 | 10,7 | 11,3 |
| d ₂ = distancia recorrida - m | 145 | 196 | 251 | 313 |
| Vehículo opuesto: | | | | |
| d ₃ = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto | 30.00 | 55.00 | 76.00 | 91.00 |
| d ₄ = distancia recorrida – m | 30 | 55 | 76 | 91 |
| Distancia de visibilidad para rebasamiento – m | | | | |
| dr = d ₁ + d ₂ + d ₃ + d ₄ | 316 | 448 | 583 | 725 |

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MTOP

Para obtener la distancia de rebasamiento se calculó las distancias d_1, d_2, d_3, d_4 .

d_1 : distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo de percepción – reacción, durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo.

$$d_1 = 0.14 * t_1(2V - 2m + at_1)$$

$$d_1 = 0.14 * 3.6(2 * 56 - 2 * 16 + 2.24 * 3,6)$$

$$d_1 = 44.38m$$

d_2 : distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo

$$d_2 = 0.28 V t_2$$

$$d_2 = 0.28 * 56 * 9.3$$

$$d_2 = 145,82m$$

d_3 : distancia recorrida por el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido contrario, al final de la maniobra. Asumir de 30m a 90m.

$$d_3 = 30m$$

d_4 : distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario, durante $2/3$ del tiempo que vehículo rebasante demoró en recorrer d_2 . Se asume que la velocidad del viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

$$d_4 = 0,18Vt_2$$

$$d_4 = \frac{2}{3}d_2$$

$$d_4 = \frac{2}{3}145,824m$$

$$d_4 = 97,21m$$

La distancia de rebasamiento (dr) quedaría expresada con la siguiente fórmula:

$$dr = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$dr = 44,38 + 145,82 + 30 + 97,22$$

$$dr = 317,42m$$

2.10 DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el diseño geométrico de la vía El Salado – Manantial de Guangala se utilizó el software del programa AutoCAD Civil 3D, que permitió trabajar con la información obtenida de la topografía realizada; en el cual se diseñó el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical con cada uno de sus elementos, tal como se presenta el plano planta perfil de la vía ubicado en el Anexo 3.

La Tabla 2.9 que contiene los valores de diseño recomendados por el MTOP.

Tabla 2.9 Valores recomendados para diseño de una carretera de dos carriles



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

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

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

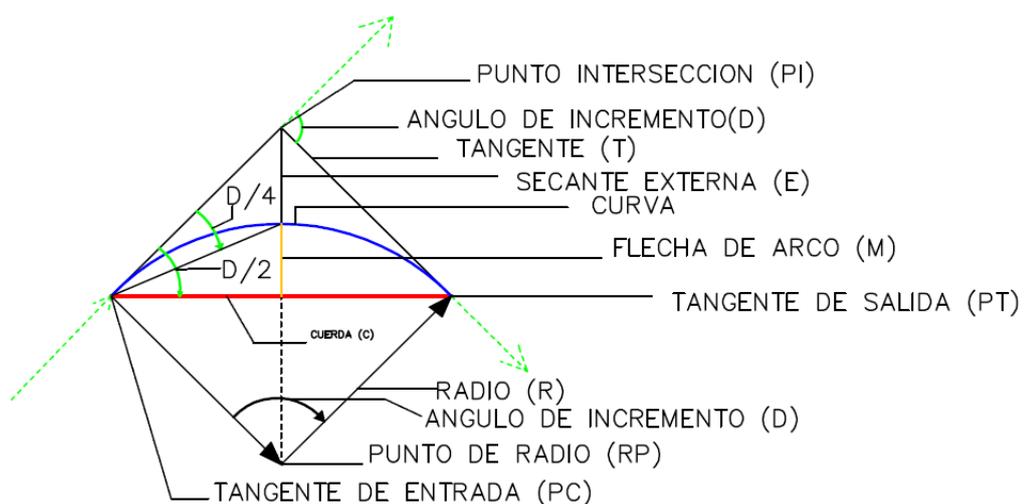
2.10.1 Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal y está conformado por tramos rectos denominados tangentes, enlazados por curvas entre sí. Este alineamiento depende de la geomorfología del sector, las características hidrológicas, la estructura del terreno natural. ²

2.10.1.1 Curvas circulares

Son los arcos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. (ALONZO, 2005)

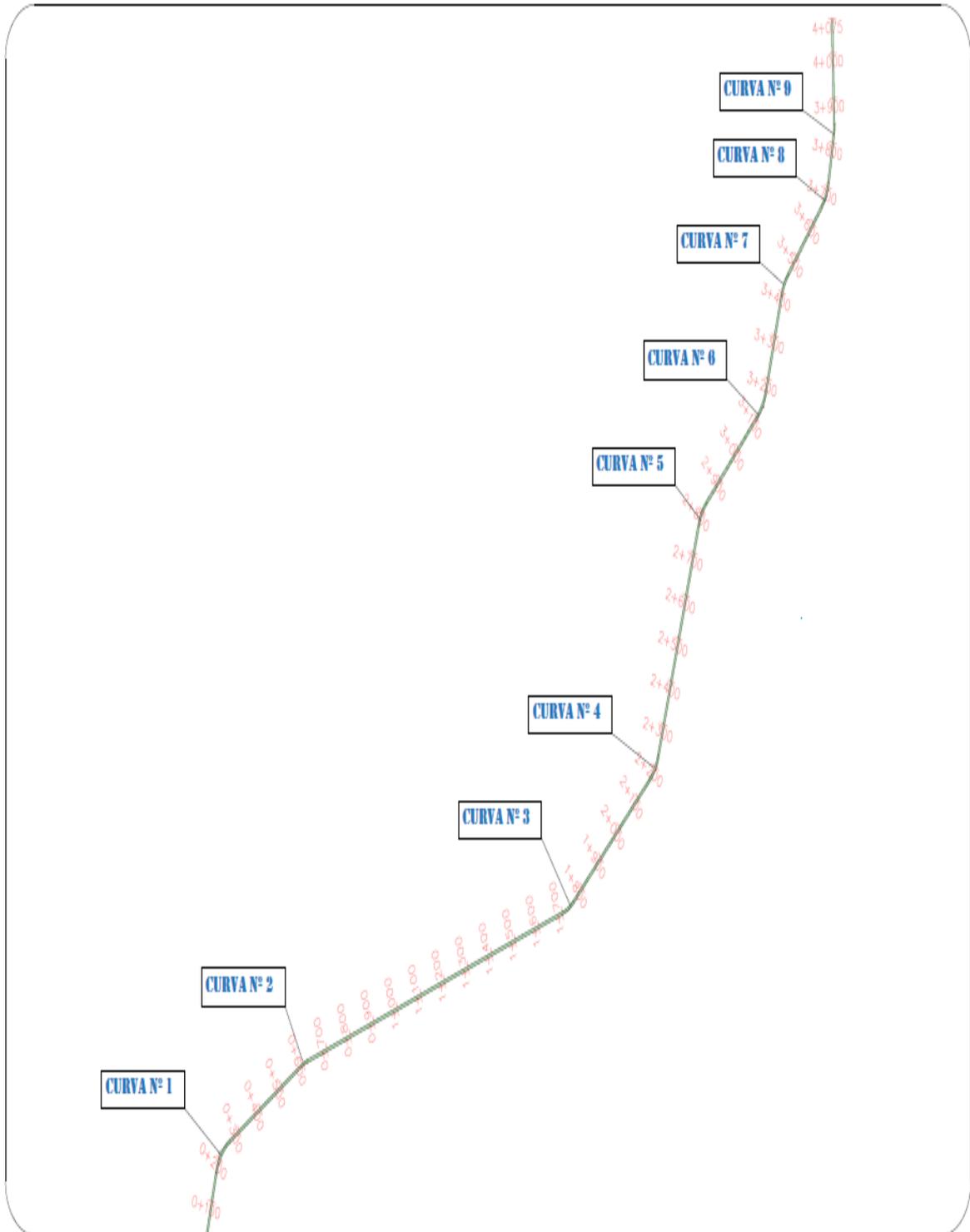
Figura 2.11 Elementos de la curva circular simple



En el diseño geométrico se presentan 9 curvas simples cuyas abscisas de ubicación se encuentran en la Figura 2.12, los detalles de los componentes de las curvas se muestran en el Anexo 4.

² MTOP - ASTEC NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. REVISADA POR EL CONSORCIO DE CONSULTORES "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (NEW JERSEY, USA) - PROTECVIA CIA.LTDA. 2003

Figura 2.12 Curvas del alineamiento horizontal.



2.10.1.2. Radio mínimo de curvatura

Es el valor límite para una velocidad de diseño dada con lo cual se hace posible la seguridad en el tránsito; el empleo de radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación para los vehículos.³

De acuerdo a las Normas de Diseño establecidas por el MTOP para una carretera Tipo III el radio mínimo de curvatura es de 110m (Tabla 2.9), considerando este parámetro los valores de los radios empleados en nuestro diseño vial se presentan en la Tabla 2.10, obteniendo así un radio menor de 120m y uno mayor de 135m.

| Tabla 2.10 Radios mínimos de curvatura Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Curva | P. inicial | P. final | Radio |
| 1 | 0+164.03m | 0+257.41m | 120.000m |
| 2 | 0+589.67m | 0+617.56m | 130.000m |
| 3 | 1+701.29m | 1+752.81m | 125.000m |
| 4 | 2+161.46m | 2+227.46m | 122.000m |
| 5 | 2+762.90m | 2+824.59m | 120.000m |
| 6 | 3+100.52m | 3+172.60m | 135.000m |
| 7 | 3+390.90m | 3+446.52m | 125.000m |
| 8 | 3+647.59m | 3+711.26m | 120.000m |
| 9 | 3+813.92m | 3+842.92m | 120.000m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.3 Grado de curvatura (Gc)

Es el ángulo formado por un arco de 20m, su valor máximo permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño (MTOP, 2003).

La Tabla 2.11 contiene los grados de curvatura que se formaron en el alineamiento horizontal realizado en el programa Autocad Civil 3D.

³ MTOP - ASTEC NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. REVISADA POR EL CONSORCIO DE CONSULTORES "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (NEW JERSEY, USA) - PROTECVIA CIA.LTDA. 2003

| Tabla 2.11 Grado de curvatura Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Curva | P. inicial | P. final | Grado |
| 1 | 0+164.03m | 0+257.41m | 14° 19' 26" |
| 2 | 0+589.67m | 0+617.56m | 13° 13' 20" |
| 3 | 1+701.29m | 1+752.81m | 13° 45' 04" |
| 4 | 2+161.46m | 2+227.46m | 14° 05' 21" |
| 5 | 2+762.90m | 2+824.59m | 14° 19' 26" |
| 6 | 3+100.52m | 3+172.60m | 12° 43' 57" |
| 7 | 3+390.90m | 3+446.52m | 13° 45' 04" |
| 8 | 3+647.59m | 3+711.26m | 14° 19' 26" |
| 9 | 3+813.92m | 3+842.92m | 14° 19' 26" |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.4 Ángulo central (α)

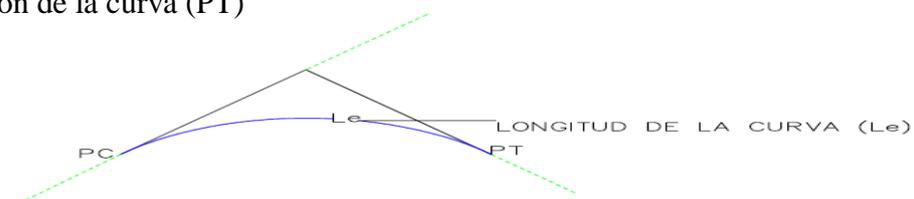
También llamado ángulo de incremento, está formado por la curva circular, en las curvas simples es igual a la deflexión de las tangentes. Los ángulos obtenidos con el alineamiento horizontal se detallan en la Tabla 2.12

| Tabla 2.12 Ángulo de incremento Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|
| Curva | P. inicial | P. final | Ángulo |
| 1 | 0+164.12m | 0+257.41m | 135° 24' 49" |
| 2 | 0+589.48m | 0+617.56m | 167° 42' 21" |
| 3 | 1+702.34m | 1+752.81m | 156° 23' 07" |
| 4 | 2+160.66m | 2+227.46m | 149° 00' 15" |
| 5 | 2+762.63m | 2+824.59m | 150° 32' 41" |
| 6 | 3+104.61m | 3+172.60m | 149° 24' 42" |
| 7 | 3+391.53m | 3+446.52m | 154° 30' 17" |
| 8 | 3+646.02m | 3+711.26m | 149° 36' 05" |
| 9 | 3+814.03m | 3+842.92m | 166° 09' 07" |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.5 Longitud de la curva (L_c)

Es la longitud del arco entre el punto donde comienza la curva (PC) y el punto de terminación de la curva (PT)



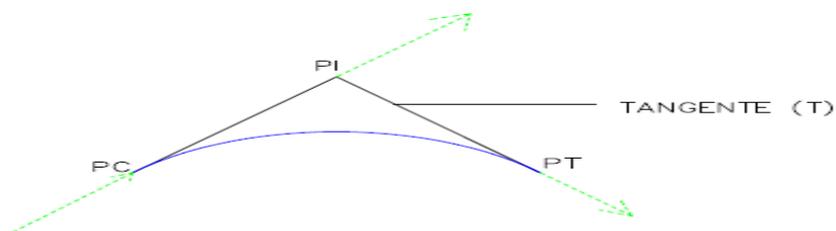
La Tabla 2.13 muestra la longitud de cada una de las 9 curvas obtenidas en el diseño geométrico.

| Tabla 2.13 Longitud de la curva Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Curva | P. inicial | P. final | Longitud |
| 1 | 0+164.03m | 0+257.41m | 93.381m |
| 2 | 0+589.67m | 0+617.56m | 27.895m |
| 3 | 1+701.29m | 1+752.81m | 51.519m |
| 4 | 2+161.46m | 2+227.46m | 65.999m |
| 5 | 2+762.90m | 2+824.59m | 61.691m |
| 6 | 3+100.52m | 3+172.60m | 72.072m |
| 7 | 3+390.90m | 3+446.52m | 55.622m |
| 8 | 3+647.59m | 3+711.26m | 63.667m |
| 9 | 3+813.92m | 3+842.92m | 29.003m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.6 Tangente de curva (T)

Es la distancia entre el punto de intersección (PI) y el punto donde comienza la curva (PC) o también entre el punto intersección (PI) y el punto donde termina la curva (PT), medida sobre la prolongación de la tangente.



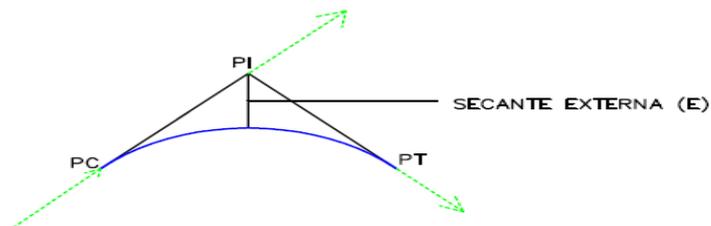
Las longitudes de las tangentes obtenidas en el alineamiento horizontal se describen en la Tabla 2.14

| Tabla 2.14 Tangente de curva Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Curva | P. inicial | P. final | Tangente |
| 1 | 0+164.03m | 0+257.41m | 49.199m |
| 2 | 0+589.67m | 0+617.56m | 14.001m |
| 3 | 1+701.29m | 1+752.81m | 26.131m |
| 4 | 2+161.46m | 2+227.46m | 33.829m |
| 5 | 2+762.90m | 2+824.59m | 31.543m |
| 6 | 3+100.52m | 3+172.60m | 36.917m |
| 7 | 3+390.90m | 3+446.52m | 28.279m |
| 8 | 3+647.59m | 3+711.26m | 32.602m |
| 9 | 3+813.92m | 3+842.92m | 14.573m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.7 External (E)

También conocida como secante externa es la distancia entre el punto de intersección (PI) y la curva.



La Tabla 2.15 detalla el valor de la secante de cada una de las 9 curvas que se generaron en el diseño, obteniendo así un valor mínimo de 0.75m y un valor máximo de 9.69m.

| Tabla 2.15 Secante externa Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|---------------------------------------------------------------------|------------|-----------|---------|
| Curva | P. inicial | P. final | Secante |
| 1 | 0+164.03m | 0+257.41m | 9.694m |
| 2 | 0+589.67m | 0+617.56m | 0.752m |
| 3 | 1+701.29m | 1+752.81m | 2.702m |
| 4 | 2+161.46m | 2+227.46m | 4.603m |
| 5 | 2+762.90m | 2+824.59m | 4.077m |
| 6 | 3+100.52m | 3+172.60m | 4.957m |
| 7 | 3+390.90m | 3+446.52m | 3.159m |
| 8 | 3+647.59m | 3+711.26m | 4.350m |
| 9 | 3+813.92m | 3+842.92m | 0.882m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.1.8 Peralte

El peralte es la inclinación transversal que se forman en las curvas (Figura 2.13), se construye para compensar la fuerza centrífuga con la fuerza del peso del vehículo sobre la rasante de la curva. El peralte obtenido en el alineamiento horizontal fue del 8%, el cual está dentro del valor establecido por las normas de diseño que permite un peralte máximo del 10% para carreteras Tipo III (Tabla 2.9)

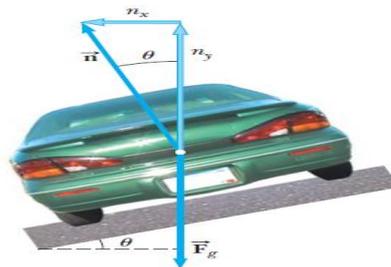


Figura 2.13 Peralte en una curva circular

Una vez que se ha establecido el valor del peralte, habrá que alcanzarlo gradualmente, es decir pasar de una sección con cierta inclinación transversal a otra cuya inclinación es igual al peralte. En una curva simple el peralte se desarrolla a 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva. (Figura 2.14)

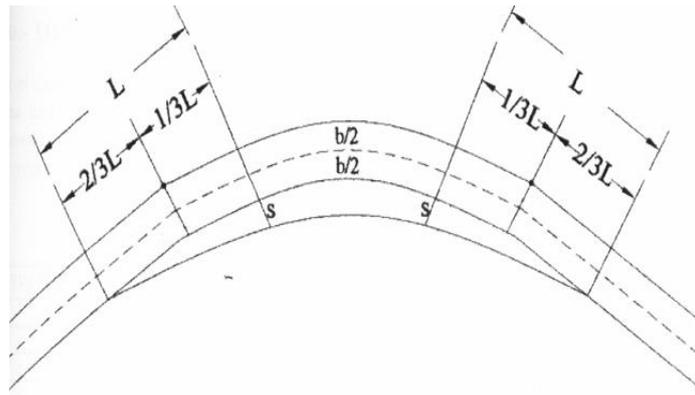


Figura 2.14 Desarrollo del peralte

Las tablas que contienen los datos de la transición del peralte para cada una de las curvas que conforman el alineamiento horizontal se muestran en el Anexo 4.

2.10.1.9 Sobreancho en curvas circulares

Al pasar un vehículo por una curva circular ocupa un ancho mayor que en la recta, porque las ruedas traseras no siguen la misma trayectoria que las delanteras, debido a la rigidez de la base del vehículo y también por la dificultad que tienen los conductores para mantenerse en el centro de su carril. Para facilitar la operación en las curvas el ancho de la calzada debe ser aumentado, a esto se denomina sobreancho.

En el alineamiento horizontal se presentan curvas simples donde el sobreancho debe hacerse solo en el borde interno de la calzada. Entre los distintos vehículos de diseño y para carreteras proyectadas para 60Km/h la AASHTO recomienda elegir el camión C2.

Considerando la influencia de la velocidad de diseño para diferentes números de carriles se utiliza la siguiente fórmula empírica:

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

Donde:

S = sobreebancho (m)

n = número de carriles de diseño (2)

R = radio de curvatura (120m)

L = distancia entre ejes de vehículo(6,10m)

V = velocidad de diseño (60Km/h)

Para un radio de curvatura de 120m tenemos que:

$$S = 2(120 - \sqrt{120^2 - 6,10^2}) + \frac{60}{10\sqrt{120}}$$

$$S = 0.86m$$

2.10.2 Alineamiento vertical

Es la proyección del eje real de la carretera sobre una superficie vertical paralela al mismo, también conocida como rasante o subrasante. El alineamiento vertical está relacionado directamente con la velocidad de diseño, las curvas horizontales y la distancia de visibilidad, (MTOP, 2003). Se conforma por líneas rectas o pendientes, curvas cóncavas y convexas.

2.10.2.1 Gradientes

El valor de las gradientes se determina en función de la topografía del terreno y la clase de carretera a diseñar. Conociendo que el tipo de terreno es ondulado se empleó gradientes menores al 7%, tal como lo establece la norma de diseño descrita en la Tabla 2.16

| Tabla 2.16 VALORES DE DISEÑO DE GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (%) | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|---|---|----------------|---|----|
| CLASE DE CARRETERA (TPDA) | | VALOR RECOMENDABLE | | | VALOR ABSOLUTO | | |
| | | L | O | M | L | O | M |
| | R- II > 8.000 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 6 |
| I | 3.000 a 8.000 | 3 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 |
| II | 1.000 a 3.000 | 3 | 4 | 7 | 4 | 6 | 8 |
| III | 300 a 1.000 | 4 | 6 | 7 | 6 | 7 | 9 |
| IV | 100 a 300 | 5 | 6 | 8 | 6 | 8 | 12 |
| V | Menos de 100 | 5 | 6 | 8 | 6 | 8 | 14 |

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003

En la Tabla 2.17 se detalla las gradientes utilizadas en base al valor permitido por las Normas de Diseño, siendo la menor de 0.03% y la mayor de 5.88%.

| Tabla 2.17 Gradientes Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
| Curva | Abcisado | Inclinación de la rasante (gradiente) | Elevación |
| 1 | 0+000.00m | | 36.437m |
| 2 | 0+350.70m | 0.03% | 36.556m |
| 3 | 0+800.30m | 1.16% | 41.787m |
| 4 | 1+128.64m | 0.50% | 40.147m |
| 5 | 1+830.53m | 1.24% | 48.817m |
| 6 | 2+109.06m | 2.47% | 41.941m |
| 7 | 3+824.79m | 0.43% | 49.284m |
| 8 | 4+075.26m | 5.88% | 64.000m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.2.2 Curvas verticales

Una curva vertical es aquel elemento que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, de tal manera que a lo largo de su longitud se presenta un cambio gradual en la pendiente de entrada como en la de salida (CÁRDENAS, 2011). Según su forma pueden ser cóncavas o convexas, las curvas verticales en el diseño se presentan en las Tablas 2.18 y 2.19

| Tabla 2.18 Curvas cóncavas | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | | | | | |
| Curva | Abscisado | | | Elevación | | | Longitud de la curva |
| | PCV | PIV | PTV | PCV | PIV | PTV | |
| 1 | 0+275.70 | 0+350.70 | 0+425.70 | 36.53 | 36.56 | 37.43 | 150m |
| 2 | 1+053.64 | 1+128.64 | 1+203.64 | 40.52 | 40.15 | 41.07 | 150m |
| 3 | 2+034.06 | 2+109.06 | 2+184.06 | 43.79 | 41.94 | 42.26 | 150m |
| 4 | 3+687.61 | 3+824.79 | 3+961.97 | 48.70 | 49.28 | 57.34 | 274m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

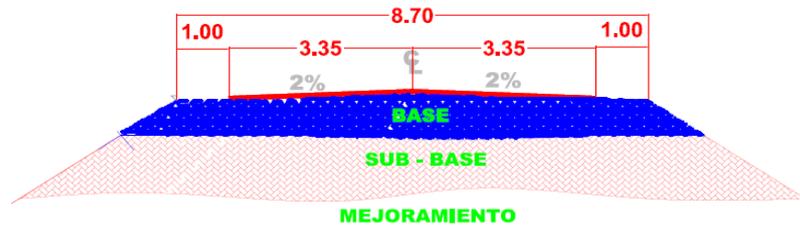
| Tabla 2.19 Curvas convexas | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | | | | | |
| Curva | Abscisado | | | Elevación | | | Longitud de la curva |
| | PCV | PIV | PTV | PCV | PIV | PTV | |
| 1 | 0+725.30 | 0+800.30 | 0+875.30 | 40.91 | 41.79 | 41.41 | 150m |
| 2 | 1+755.53 | 1+830.53 | 1+905.53 | 47.89 | 48.82 | 46.97 | 150m |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

2.10.2.3 Sección transversal típica

La sección transversal de la vía El Salado – Manantial de Guangala (Figura 2.15) está compuesta por una calzada de dos carriles de 3.35m cada uno, las bermas de 1m, obteniendo así un ancho de vía de 8.70m con sus respectivos taludes laterales

Figura 2.15 Sección típica de la vía



2.10.2.4 Calzada o superficie de rodamiento

Es la parte superior de la sección transversal destinada para circulación de los vehículos, puede estar constituida por dos o más carriles, el ancho de la calzada se establece en función del volumen del tráfico y las características del terreno. Para carreteras de clase III el ancho recomendable es de 6,7 m. como se muestra en la Tabla 2.20

| Tabla 2.20 Anchos de la calzada | | |
|---------------------------------|-------------------------|----------|
| Clase de carretera | Ancho de la calzada (m) | |
| | Recomendable | Absoluto |
| R – I o R – II ⇒ Más de 8000 | 7,30 | 7,30 |
| I ⇒ De 3000 a 8000 | 7,30 | 7,30 |
| II ⇒ De 1000 a 3000 | 7,30 | 6,50 |
| III ⇒ De 300 a 1000 | 6,70 | 6,00 |
| IV ⇒ De 100 a 300 | 6,00 | 6,00 |
| V ⇒ Menos de 100 | 4,00 | 4,00 |

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003

2.10.2.5 Bermas o espaldones

Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, eventualmente pueden utilizarse como estacionamiento provisional, además mejora la capacidad de la carretera facilitando una velocidad uniforme (MTOPI, 2003).

La Tabla 2.21 contiene los valores para el ancho de espaldones, de acuerdo a la clase de carretera para terrenos ondulado es de 1m.

Tabla 2.21 Valores para anchos de espaldones.

| Clase de carretera | VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (m) | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | Recomendable | | | Absoluto | | |
| | L | O | M | L | O | M |
| | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) |
| R – I o R – II ⇒ Más de 8000 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 2,0 |
| I ⇒ De 3000 a 8000 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| II ⇒ De 1000 a 3000 | 2,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| III ⇒ De 300 a 1000 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 |
| IV ⇒ De 100 a 300 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| V ⇒ Menos de 100 | Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura. (No se considera el espaldón como tal) | | | | | |

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003

2.10.2.6 Taludes

Son superficies inclinadas localizadas en las partes laterales de la vía, ayudan a que la sección típica tenga una mejor estabilidad. Los taludes en corte y relleno brindan seguridad y una buena apariencia de la carretera, en la Tabla 2.22 se describe que para una vía de clase III se debe considerar valores equivalentes de 2:1.

Tabla 2.22 Valores recomendados para taludes

| Clase de carretera | Talud | |
|----------------------------------------------------|----------|---------|
| | Corte | Relleno |
| R-I o R-II >8000 TPDA | 3:1 * ** | 4:1 |
| I 3000 a 8000 TPDA | 3:1 | 4:1 |
| II 1000 a 3000 TPDA | 2:1 | 3:1 |
| III 300 a 1000 TPDA | 2:1 | 2:1 |
| IV 100 a 300 TPDA | 1,8 -1:1 | 1,5-2:1 |
| V menos de 100 TPDA | 1,8 -1:1 | 1,5-2:1 |
| C = corte R = relleno * = horizontal ** = vertical | | |

Fuente : Manual de diseño geométrico MTOP

CAPITULO III

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

El sistema de drenaje a implementarse en la vía está relacionado con la cuenca hidráulica encontrada y los datos pluviométricos de la zona. De acuerdo al diseño de carretera y mediante la topografía se pudo definir el sitio donde se colocará la alcantarilla, cuya función es contribuir en el correcto funcionamiento de la vía, evitando así la erosión de los componentes estructurales del pavimento.

3.1 Alcantarillas

Las alcantarillas son utilizadas para la evacuación de aguas lluvias, generalmente son colocadas transversalmente a la vía debajo del nivel de la subrasante, con la finalidad de permitir el paso del agua cuyos cauces son interferidos por construcción de una carretera.

Figura 3.1 Partes de una alcantarilla

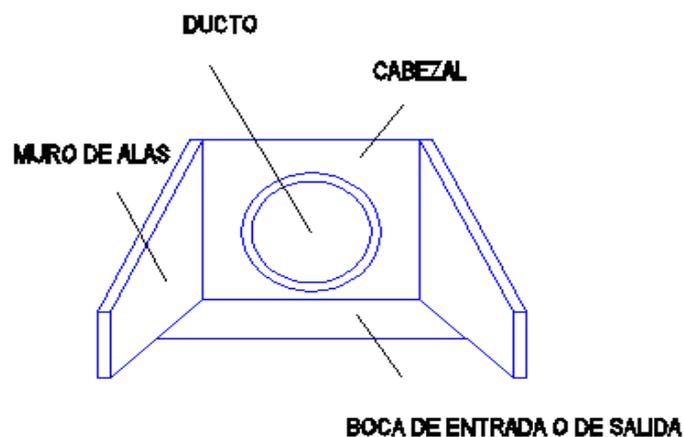
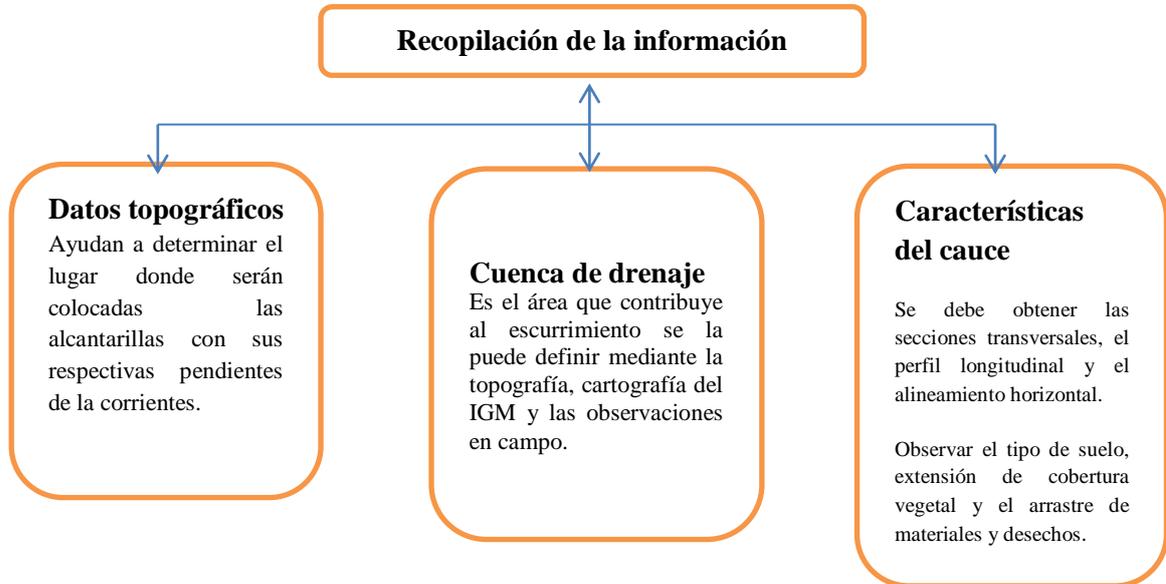


Figura 3.2



3.1.1 Localización

La alcantarilla que se requiere en el proyecto será colocada en la abscisa 2+300, sitio donde existe una pequeña cuenca que pasa transversalmente a la vía, debe ser instalada de manera que permita el paso del cauce directo.

3.1.2 Longitud de alcantarilla

Depende del ancho de la corona de la carretera siendo en este caso 8.70m, de acuerdo a los valores escogidos para los taludes se ha considerado una longitud de alcantarilla de 12m.

3.1.3 Tipo de alcantarilla

En la selección del tipo de alcantarillas interviene la funcionalidad hidráulica y estructural. Depende de ciertos factores como: altura del terraplén, forma de la sección del cruce, características del subsuelo (MTOPI, 2003). En el diseño de drenaje se empleará una alcantarilla de hormigón en forma circular de 1m diámetro.

3.2 Parámetros básicos de diseño

3.2.1 Área de drenaje

Para el cálculo de área de drenaje se realizó un recorrido en campo con la finalidad de obtener las dimensiones y características del cauce, debido a que la cartografía de la zona no refleja cuencas transversales a la vía. Mediante este trabajo se pudo determinar que el área de aportación de la cuenca es de 25.53 Has.

3.2.2 Intensidad de precipitación

Para poder determinar la intensidad de precipitación generada en el área del proyecto ubicado en la Zona 8 del país, el INAMHI establece la siguiente ecuación pluviométrica:

$$I_{TR} = 80.068 t^{-0.3683} Id_{TR}$$

$$I_{TR} = 80.068 (26,57)^{-0.3683} * 4$$

$$I_{TR} = 95,69mm/h$$

Dónde:

t = tiempo de concentración, en min

Id_{TR} = periodo de retorno.

Obteniendo así una precipitación de 95.69mm/h.

3.2.3 Periodo de retorno

Las Normas de Diseño Geométrico del MTOP establecen un periodo de retorno no menor de 100 años para carreteras vecinales.

3.2.4 Tiempo de concentración

Es el tiempo que transcurre desde el inicio de la escorrentía hasta que el punto más alejado hidrológicamente aporta agua al punto de salida.

El manual de las Normas de Diseño Geométrico del MTOP recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración considerando que en ese lapso se produce la mayor aportación de la cuenca al cauce. (MTOP, 2003)

Generalmente la ecuación más utilizada es:

$$tc = 0.0195(L^3 / H)^{0.385}$$
$$tc = 0.0195(822^3 / 4.01)^{0.385}$$
$$tc = 26.57min$$

Dónde:

tc = El tiempo de concentración (min)

L = Longitud del cauce principal (822m)

H = Desnivel entre el extremo de la cuenca hasta el punto de descarga (4.01m)

3.2.5 Coeficiente de escorrentía

Determina la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que se escurre superficialmente, su valor dependerá de factores como la permeabilidad del suelo, la morfología de la cuenca, pendientes longitudinales y cobertura vegetal. (MTOP, 2003)

En base a los ensayos realizados en el laboratorio se determinó que en el área del proyecto existe un suelo semipermeable, con ligera presencia de capa vegetal y una pendiente depreciable. De acuerdo con las características del suelo se consideró un coeficiente de escorrentía de 0.50 tomado de la Tabla 3.1

| Tabla 3.1 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C | | | | | | |
|----------------------------------------|---------------|-----------------------|------|-------|-------|--------------|
| Cobertura vegetal | Tipo de suelo | Pendiente del terreno | | | | |
| | | Pronunciada | Alta | Media | Suave | Despreciable |
| | | 50% | 20% | 5% | 1% | |
| Sin vegetación | Impermeable | 0.80 | 0.75 | 0.70 | 0.65 | 0.60 |
| | Semipermeable | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 |
| | Permeable | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 |
| Cultivos | Impermeable | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 |
| | Semipermeable | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| | Permeable | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |
| Pastos vegetación ligera | Impermeable | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 |
| | Semipermeable | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 |
| | Permeable | 0.35 | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 |
| Hierba, grama | Impermeable | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| | Semipermeable | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 |
| | Permeable | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| Bosques densa vegetación | Impermeable | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 |
| | Semipermeable | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.25 |
| | Permeable | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.05 |

Fuente: Manual de Normas de Diseño Geométrico MTOP

3.2.6 Caudal de diseño

Las Normas de Diseño Geométrico establece el Método Racional para la determinación del caudal de diseño de cuencas pequeñas menores a 400 Has, el cual está en función de los datos pluviométricos, el área de la cuenca, la topografía y el tipo de suelo.

Depende de: la información hidrológica, la importancia de la estructura a diseñar y del servicio de drenaje que prestará.

El método viene dado por la siguiente fórmula:

$$Q = c.I.A/360$$

$$Q = (0,50 * 95,69 * 25,53) / 360$$

$$Q = 3,39 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dónde:

Q = Caudal máximo probable, en m^3/seg

c = coeficiente de escorrentía (0.50)

I = Intensidad de la precipitación (95.69 mm/h)

A = área de la cuenca, (25,53 Has)

3.3 Cálculo de alcantarilla

Para el cálculo de la alcantarilla a utilizar en el diseño de drenaje se empleó el Método de Mannig que depende de la sección y la pendiente, el cual viene dado por la siguiente fórmula:

$$Q/A = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

Despejando el área inundable (A) la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$A = \frac{Q}{\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}}$$

$$A = \frac{3,39m^3/s}{\frac{1}{0,012} (0,71m)^2 \sqrt{0,00488}}$$

$$A = 0,729 m^2$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño ($2.50 m^3/s$) n = Coeficiente de rugosidad (0.012)

R = radio hidráulico, (0.71 m) S = pendiente de la línea de agua (0,0048)

El coeficiente de rugosidad “n” empleado es de 0.012 para tuberías de hormigón, el cual esta descrito en la Tabla 3.2 tomada del MTOP.

Tabla 3.2 Coeficiente de rugosidad “n”

| Descripción | “n” |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Tubos de hormigón | 0.012 |
| Tubos de metal corrugado o tubos de arco: | |
| a) Simple o revestido | 0.024 |
| b) Solera pavimentada | 0.019 |
| Tubo de arcilla vitrificada | 0.012 |
| Tubo de hierro fundido | 0.013 |
| Alcantarilla de ladrillo | 0.015 |
| Pavimento asfáltico | 0.015 |
| Pavimento de hormigón | 0.014 |
| Parterre de césped | 0.05 |
| Tierra | 0.02 |
| Grava | 0.02 |
| Roca | 0.035 |
| Áreas cultivadas | 0.03 – 0.05 |
| Matorrales espesos | 0.07 – 0.14 |
| Bosques espesos – poca maleza | 0.10 – 0.15 |
| Cursos de agua: | |
| a) Algo de hierba y maleza poco o nada de matorrales | 0.03 – 0.035 |
| b) Maleza densa | 0.035 – 0.05 |
| c) Algo de maleza – matorrales espesos a los costados | 0.05 – 0.07 |

Fuente: Manual de Diseño Geométrico del MTOP

Después de realizar los cálculos respectivos del área de aportación que existe en el proyecto se determinó que el diámetro de la alcantarilla a utilizar es de 1m, la misma que permitirá la evacuación del fluido sin afectar la estructura del pavimento flexible.

La fórmula empleada para hallar el radio de la tubería es:

$$R = \left(\sqrt{A/\pi} \right) * 100$$
$$R = \left(\sqrt{0,54/3,1415} \right) * 100$$
$$R = 0,4819cm$$

3.4 Muros de ala

Son estructuras de hormigón armado construidas a la entrada y salida de una alcantarilla, ayudan a proteger el terraplén de la erosión mejorando sus características hidráulicas.

Para la alcantarilla circular a emplearse en el diseño de drenaje es aconsejable construir cabezales paralelos al eje de la vía, los cuales trabajan conjuntamente con los muros de ala, permitiendo así el flujo normal del agua evitando el derrame de material proveniente del talud.

En el espacio comprendido entre los muros de ala deberá construirse una losa de hormigón armado asentada sobre el terreno natural, cuyo nivel debe coincidir con la parte exterior del ducto. (MTO, 2003)

De acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico los muros de ala deben cumplir con las siguientes características:

- ✚ Debe tener un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal de la alcantarilla.
- ✚ Debe partir del mismo nivel de la losa o de la parte superior del cabezal.
- ✚ Debe descender con el talud 1.5:1 hasta tener una altura de 0.30m
0.85m.

El diseño de drenaje propuesto para la vía se muestra en el Anexo N° 8 el cual contiene cada una de sus especificaciones.

CAPITULO IV

ENSAYOS DE LABORATORIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO

4.1 Ensayos de laboratorio

Para complementar el diseño vial fue fundamental realizar ensayos de laboratorio, los mismos que permitieron conocer el comportamiento geomecánico del suelo, a partir de ellos se pudo determinar los espesores de las capas que conformarán la nueva estructura vial. Previo a realizar los ensayos, el trabajo de campo consistió en la excavación manual de cuatro calicatas a una profundidad de 1.5m cada una, cuyas abscisas y coordenadas se pueden observar en la Figura 4.3, las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos para efectuar los siguientes ensayos tales como: contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, proctor y CBR. Los formatos con los resultados se encuentran en el Anexo 9.

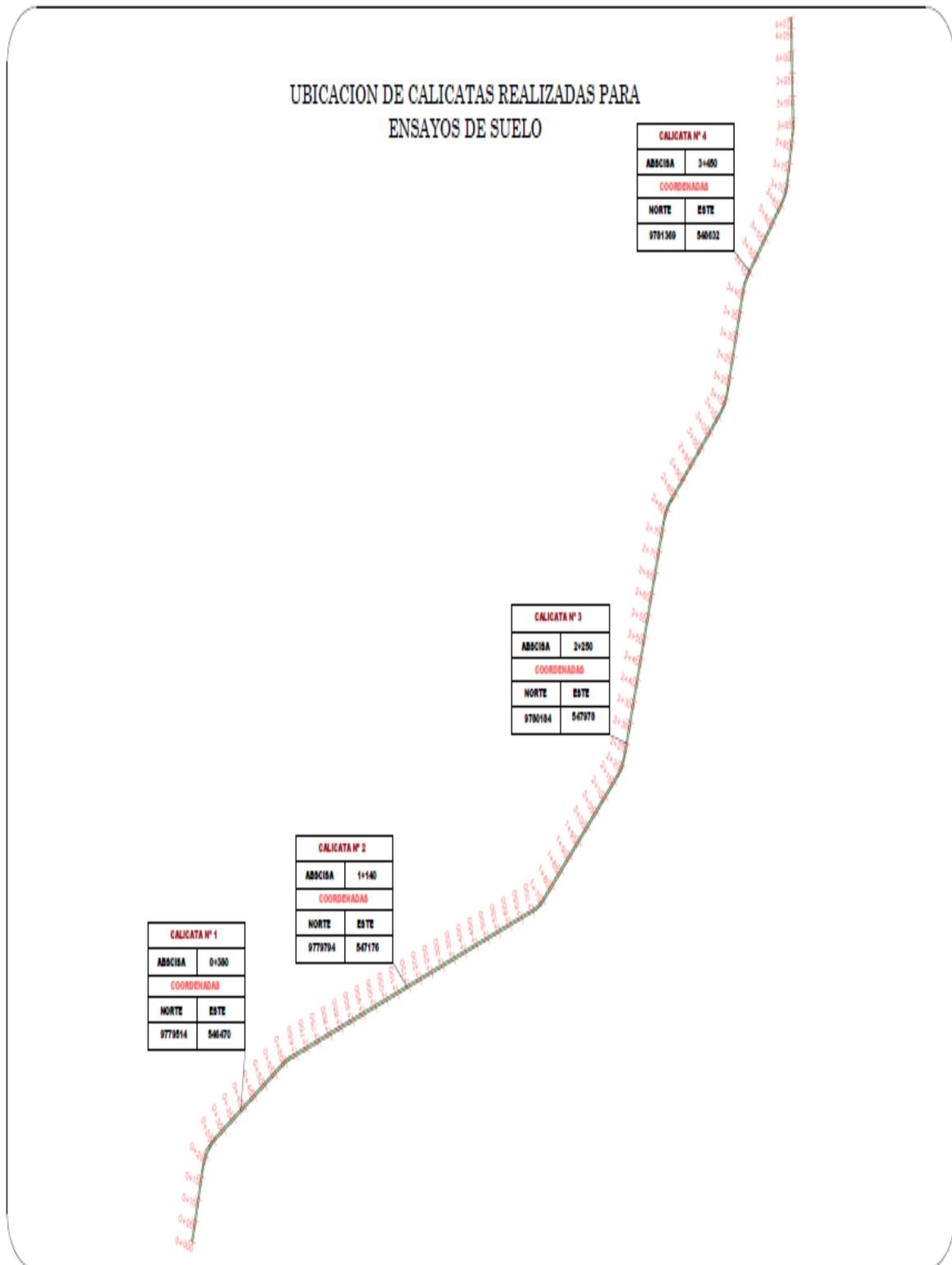


Figura 4.1 Calicata N° 2



Figura 4.2 Calicata N° 4

Figura 4.3 Ubicación de calicatas



4.1.1 Contenido de humedad (Norma de referencia ASTM D 2216)

Definición: es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso del material después de ser secado al horno.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Dónde:

W% = contenido de humedad

W_w = peso de la muestra húmeda

W_s = peso de la muestra seca

Se obtuvo los resultados de contenidos de humedad para cada muestra:

Calicata N° 1 = 12.97 %

Calicata N° 2 = 16.99 %

Calicata N° 3 = 20.97 %

Calicata N° 4 = 20.68 %

4.1.2 Granulometría (Normas de referencia: AASHTO 7-87-70, 7-88-70 - ASTM D421-58, D422- 63)

Definición: consiste en separar y clasificar los tamaños de los granos de un determinado tipo de suelo.

En la Figura 4.4 se observa la curva granulométrica del material encontrado en la calicata N° 1.

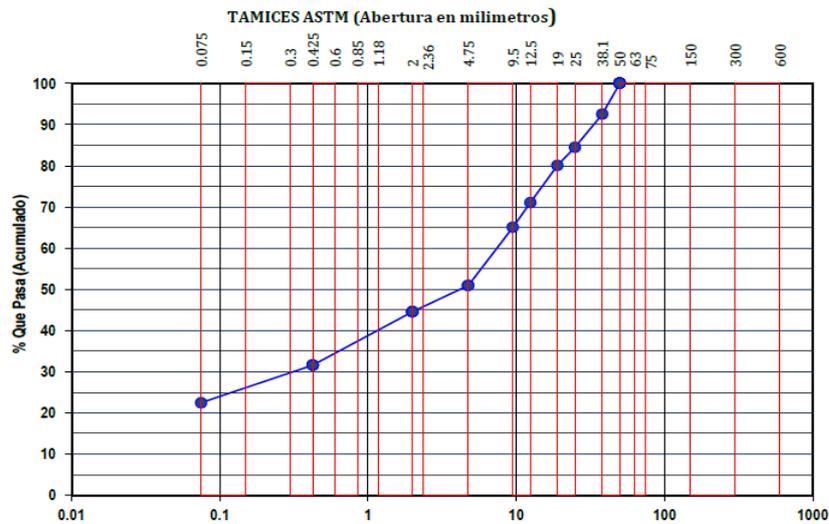


Figura 4.4 Curva de distribución granulométrica

4.1.3 Límite plástico (Normas de referencia: ASTM D424 -59 - AASHTO T-90-56)

Definición: determina el menor contenido de agua con el cual el suelo permanece plástico.

La tabla 4.1 muestra los resultados de los ensayos de límite plástico obtenido para cada calicata.

Tabla 4.1 Resultados del ensayo límite plástico

| CALICATA | MUESTRA | LÍMITE PLÁSTICO |
|----------|---------|-----------------|
| N°1 | M#1 | 20 |
| | M#2 | 24 |
| N°2 | M#1 | 26 |
| N°3 | M#1 | 23 |
| | M#2 | 43 |
| N°4 | M#1 | NP |
| | M#2 | 35 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.1.4 Límite Líquido (Normas de referencias: ASTM DM 23-66 - AASHTO T-89-68)

Definición: permite determinar el porcentaje o contenido de humedad que posee un material que pasa de estado plástico a estado líquido.

El contenido de humedad que corresponde a la intercepción de la línea de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, es considerado como límite líquido del suelo tal como se puede apreciar en la Figura 4.5 del material encontrado en la calicata N°3.

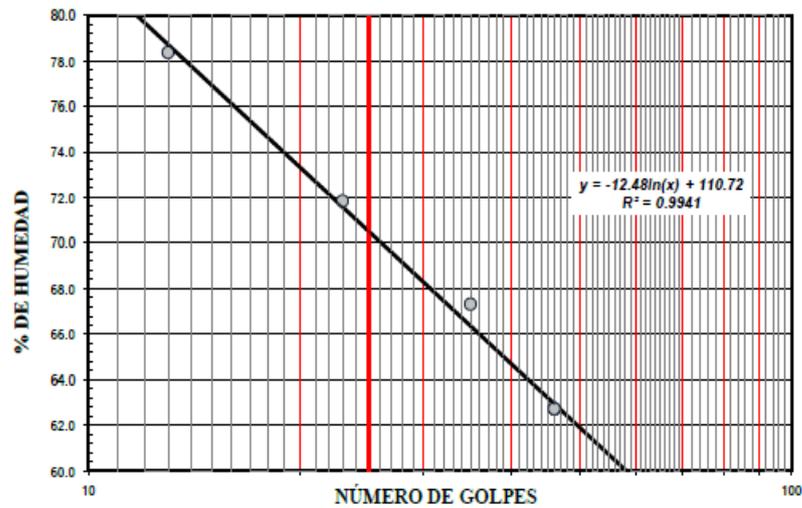


Figura 4.5 Línea de escurrimiento

Los resultados obtenidos de los ensayos de límite líquido para cada calicata se pueden observar en la Tabla 4.2

Tabla 4.2 Resultados de ensayo de límite líquido

| CALICATA | MUESTRA | LÍMITE LÍQUIDO |
|----------|---------|----------------|
| N°1 | M#1 | 31 |
| | M#2 | 38 |
| N°2 | M#1 | 44 |
| N°3 | M#1 | 32 |
| | M#2 | 71 |
| N°4 | M#1 | NP |
| | M#2 | 50 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.1.5 PROCTOR (Normas de referencias: ASTM D -698- 91, D 1557 - 91 - AASHTO T-180 – 93, T-99-94)

Definición: sirve para determinar la relación densidad seca máxima y el porcentaje de humedad óptimo de un suelo compactado.

El ensayo de Proctor Modificado Tipo C permitió obtener los puntos para formar la curva densidad - humedad como se observa en la Figura 4.6

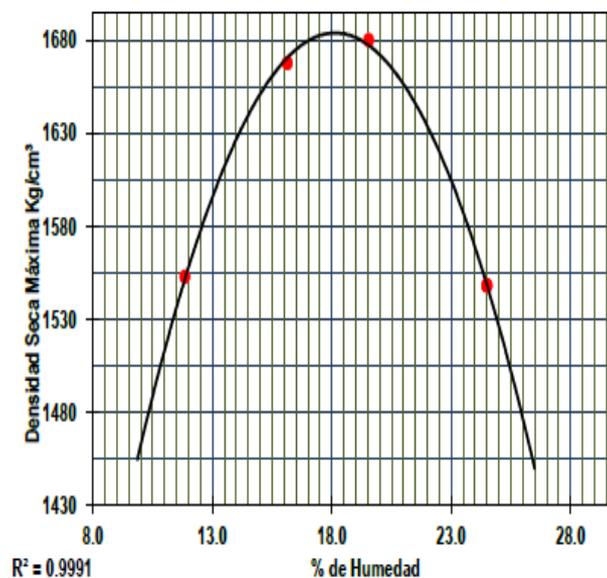


Figura 4.6 Curva de relación densidad - humedad

La Tabla 4.3 presenta los resultados obtenidos de los ensayos de proctor

Tabla 4.3 Resultados de ensayo de proctor

| CALICATA | MUESTRA | PROCTOR | |
|----------|---------|------------|-------|
| | | γ_s | %W |
| N°1 | M#1 | ---- | ----- |
| | M#2 | 1684 | 18.1 |
| N°2 | M#1 | 1495 | 24.1 |
| N°3 | M#1 | 1646 | 12.9 |
| | M#2 | 1505 | 24.8 |
| N°4 | M#1 | 1666 | 15.2 |
| | M#2 | 1495 | 24.6 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.1.6 CBR (Normas de referencia: ASTM D -1883 - 73 - AASHTO T – 193 - 63)

Definición: el ensayo de CBR (California Bearing Ration) permite determinar el esfuerzo cortante del suelo bajo condiciones de humedad y densidad. Con el CBR se establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte (carga unitaria).

Los valores de las lecturas obtenidas se representan gráficamente en un sistema de coordenadas como se muestra en la Figura 4.7 correspondiente a la calicata N°4, donde la línea de color azul representa el CBR de 1,88% compactado a los 12 golpes, la línea de color rojo el CBR de 4,66% compactado a los 25 golpes y la línea de color verde el CBR de 7,00% compactado a los 56 golpes.

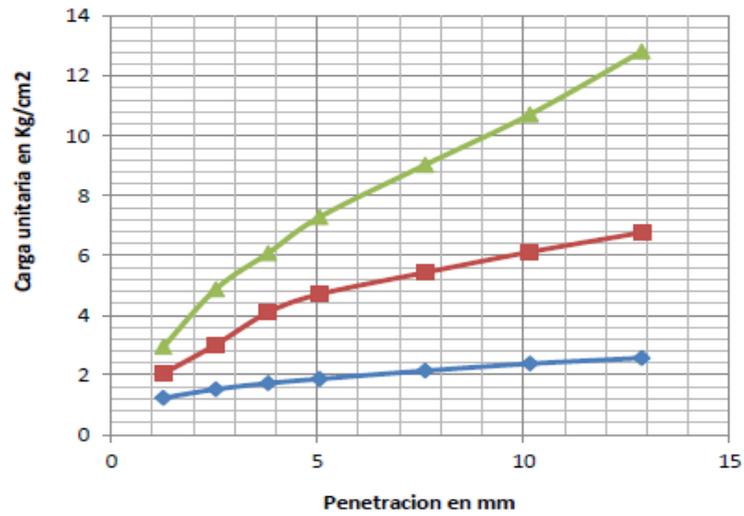


Figura 4.7 Relación entre carga unitaria – penetración

La Tabla 4.4 contiene los resultados de los ensayos de CBR de cada calicata:

Tabla 4.4 Resultados de ensayo de CBR

| CALICATA | MUESTRA | CBR (%) |
|----------|---------|---------|
| N°1 | M#1 | ---- |
| | M#2 | 7.93 |
| N°2 | M#1 | 7.73 |
| N°3 | M#1 | 20.05 |
| | M#2 | 6.89 |
| N°4 | M#1 | 61.12 |
| | M#2 | 7 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.1.7 Sistema Unificada de Clasificación de Suelos “S.U.C.S”

Este sistema divide a los suelos en tres grupos: gruesos, finos y altamente orgánicos, tal como se describe en el Apéndice B, para separar los suelos de grano grueso de los finos se utiliza del tamiz N°200. Por medio de la Carta de Plasticidad de Casagrande y la relación de los Límites de Atterberg, se puede clasificar los suelos de acuerdo a su plasticidad y las características físicas que estos posean.

La Tabla 4.5 define la clasificación y descripción de los tipos de suelos encontrados en cada una de las calicatas realizadas, entre ellos tenemos: arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media (**CL**), gravas arcillosas (**GC**), limos inorgánicos, suelos arenosos finos (**MH**), gravas bien graduadas (**GW**), limos limpios, arenas finas limosas o arcillosas (**ML**)

Tabla 4.5 Clasificación S.U.C.S de los suelos existentes dentro de la franja de proyecto

| ABSCISA | CALICATA | MUESTRA | ESP. (m) | SUCS |
|---------|----------|---------|----------|-------|
| 0+380 | N°1 | M#1 | 0.20 | CL |
| | | M#2 | 1.50 | GC |
| 1+140 | N°2 | M#1 | 1.50 | CL |
| 2+250 | N°3 | M#1 | 0.40 | GC |
| | | M#2 | 1.50 | MH |
| 3+450 | N°4 | M#1 | 0.30 | GW |
| | | M#2 | 1.50 | ML-MH |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.1.8 Sistema de clasificación AASHTO

La AASHTO clasifica los suelos en siete grupos desde A-1 hasta A-7, basado en la granulometría, el límite líquido y el índice de plasticidad, a los suelos inorgánicos los clasifica en granulares y limos finos arcillosos, en Apéndice B describe con más detalles esta clasificación.

En la Tabla 4.6 se presenta la clasificación de los suelos extraídos de cada calicata entre ellos se ha encontrado: suelos gravosos y arenosos, incluyen arenas finas con contenido de limo no plástico (A-2-4), material de grava arenosa con mezclas arcillosas (A-2-6), material no plástico que contiene arena con presencia de grava(A-3) material arcilloso con presencia de limos (A-6), limos expuestos a grandes cambios de volúmenes (A-7-5) y arcillas que están expuestas a grandes cambios de volúmenes entre sus estados secos y húmedos (A-7-6).

Tabla 4.6 Clasificación AASHTO de los suelos existentes dentro de la franja de proyecto

| ABSCISA | CALICATA | MUESTRA | ESP. (m) | AASHTO |
|---------|----------|---------|----------|--------|
| 0+380 | N°1 | M#1 | 0.20 | A-6 |
| | | M#2 | 1.50 | A-2-6 |
| 1+140 | N°2 | M#1 | 1.50 | A-7-6 |
| 2+250 | N°3 | M#1 | 0.40 | A-2-4 |
| | | M#2 | 1.50 | A-7-5 |
| 3+450 | N°4 | M#1 | 0.30 | A-3 |
| | | M#2 | 1.50 | A-7-5 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

4.2 Pavimento Flexible

El pavimento flexible debe permitir una circulación cómoda y eficiente, es decir que debe presentar una apropiada funcionabilidad al servicio de los usuarios, su estructura estará conformada con materiales previamente seleccionados, los cuales puedan soportar las cargas transmitidas por los diferentes vehículos que transitaran por ella.

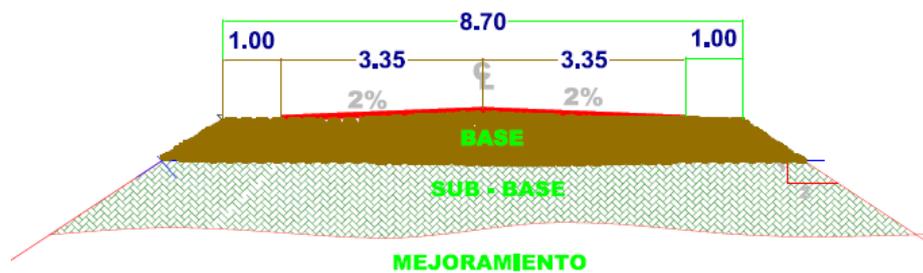


Figura 4.8 Estructura de pavimento flexible

4.2.1 Subrasante

Para la subrasante se empleará el material existente en el sitio, de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio mostrados en el Anexo 9, donde se obtuvo un CBR promedio del 7.4%, el cual es un valor considerable para este tipo de capa.

4.2.2 Sub-base

El material de subbase es utilizado para mejorar la calidad de la subrasante, se encarga de drenar el pavimento controlando los efectos de la capilaridad y cambio de volúmenes la subrasante.

Para esta capa se propone utilizar el material existente en la cantera del Río Salanguillo ubicado en la comuna del mismo nombre. En base a ensayos efectuados en el Proyecto: “Inventario de minas, canteras y origen de materiales

de construcción que se utilizan en la provincia de Santa Elena” realizado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la universidad. Se puede decir que cumple con las características para una sub-base Clase III, las especificaciones y los resultados de los ensayos se encuentran en el Anexo 9.

4.2.3 Base

Esta capa transmite a la subbase y subrasante los distintos esfuerzos producidos por los automotores.

De las canteras existentes en la provincia ninguna posee material calificado para base de carreteras, por lo cual se sugiere emplear material de base Clase I traída de la ciudad de Guayaquil.

4.2.4 Capa de rodadura

Se coloca sobre la base del pavimento, estará expuesta a las condiciones climáticas y a la fricción con los neumáticos de los vehículos.

La municipalidad del cantón Santa Elena cuenta con una planta procesadora de asfalto ubicada en la comuna San Vicente, por eso se considera factible utilizar el asfalto producido localmente.

4.2.5 Método de diseño AASHTO 93

4.2.5.1 Periodo de diseño.

Es el tiempo estimado en el cual una vía estará en funcionamiento en relación a la proyección de tránsito, para el proyecto se utilizó un periodo de diseño 20 años.

4.2.5.2 Serviciabilidad (PSI)

Es la capacidad que tiene un pavimento para brindar seguridad al tipo de tránsito para el cual fue diseñado.

Para un diseño de pavimento flexible la AASTHO 93 establece una serviciabilidad inicial de 4.2 y una final de 2.0 (Tabla 4.7) el valor obtenido de la diferencia de ambas fue de 2.2, siendo este el índice utilizado en el diseño.

Tabla 4.7 Valores de serviciabilidad

| Serviciabilidad Inicial | Serviciabilidad Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| $p_o = 4,5$ para pavimentos rígidos | $p_t = 2,5$ o más para caminos de mayor importancia |
| $p_o = 4,2$ para pavimentos flexibles | $p_t = 2,0$ para caminos de menor tránsito |

Fuente: Guía AASHTO 93

4.2.5.3 Confiabilidad (r %):

Es una probabilidad en que la estructura de pavimento preste una adecuada funcionabilidad durante el tiempo de vida útil para el que fue diseñada.

La Tabla 4.8 presenta los niveles de confiabilidad de acuerdo a los tipos de camino, en el proyecto por tratarse de una vía local se empleó valor del 80%

Tabla 4.8 Niveles de confiabilidad

| TIPO DE CAMINO | CONFIABILIDAD RECOMENDADA | |
|-----------------------------------|---------------------------|------------|
| | ZONA URBANA | ZONA RURAL |
| RUTAS INTERESTATALES Y AUTOPISTAS | 85 – 99 | 80 – 99 |
| ARETERIAS PRINCIPALES | 80 – 99 | 75 – 99 |
| COLECTORAS | 80 – 95 | 75 – 95 |
| LOCALES | 50 – 80 | 50 – 80 |

Fuente: Guía AASHTO 93

La siguiente tabla muestra el valor de ZR utilizado de -0.841 el cual viene dado en función del nivel de confiabilidad anteriormente obtenido.

Tabla 4.9 Valores de ZR en la curva normal para diversos grados de Confiabilidad

| Confiabilidad (R) | Valores de ZR |
|-------------------|---------------|
| 50 | -0,000 |
| 60 | -0,253 |
| 70 | -0,524 |
| 75 | -0,674 |
| 80 | -0,841 |
| 85 | -1,037 |
| 90 | -1,282 |

Fuente : AASTHO 93

4.2.5.4 Desviación estándar (So)

Para el diseño de pavimentos flexibles la AASHTO 93 establece valores comprendidos en un rango de 0.40 a 0.50, sin embargo de darse posibles errores en la estimación del tránsito recomienda utilizar un valor de $So = 0.45$

Tabla 4.10 Desviación estandar (So)

| TIPO DE PAVIMENTO | So |
|--------------------|-------------|
| PAVIMENTO RIGIDO | 0.30 - 0.40 |
| PAVIMENTO FLEXIBLE | 0.40 - 0.50 |

Fuente : AASTHO 93

4.2.5.5 Módulo resiliente de la subrasante (Mr).

Este módulo representa las propiedades elásticas del suelo al someterlo a repetitivos ciclos de cargas, para su cálculo se debe considerar las siguientes ecuaciones empíricas recomendadas por la AASHTO 93:

$$Mr = 1500 * (CBR) \text{ para } CBR < 7.2\%$$

$$Mr = 3000 * (CBR)^{0.65} \text{ para } CBR \text{ de } 7.2 \text{ a } 20\%$$

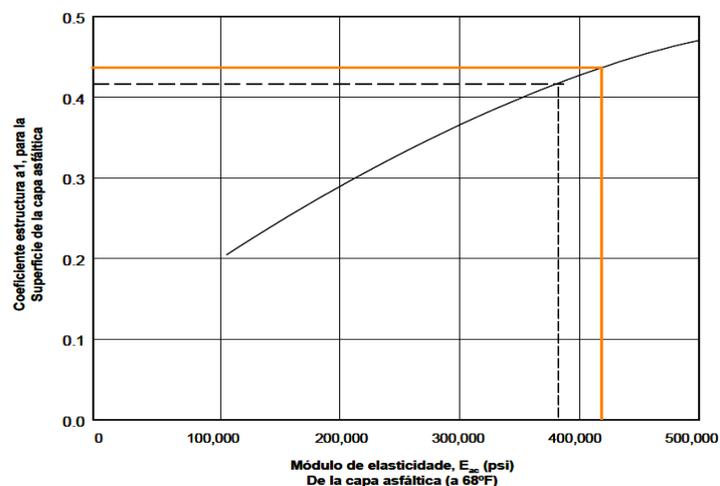
Con los resultados de los ensayos de laboratorio, se consideró un CBR promedio del 7,4%, el cual reemplazamos en la fórmula correspondiente obteniendo un Mr de 11018 psi.

4.2.5.6 Coeficientes de las capas.

Los valores para los coeficientes de las capas empleados en el diseño de pavimento flexible se los obtuvo mediante el uso de ábacos determinados por la AASHTO 93.

Para la **carpeta asfáltica** correspondiente el coeficiente **a₁** se adoptó un Módulo Resiliente para concreto asfáltico de 420000 psi, como se muestra en la Figura 4.9 donde se obtiene un valor de 0.44.

Figura 4.9 Coeficiente a₁



Fuente: AASHTO 93

El coeficiente a_2 para la **base** de pavimento se lo obtuvo del ábaco de la Figura 4.10 donde se consideró un CBR del 80%, que determina un valor para a_2 de 0.135, también se empleó la Figura 4.11 para encontrar el Módulo de Resiliente equivalente a 120000psi.

Figura 4.10 Variación del coeficiente estructural a_2 de la base de pavimentos

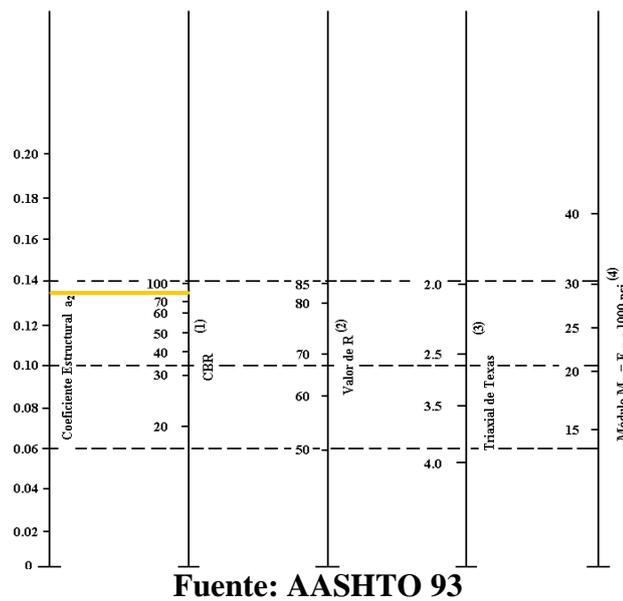
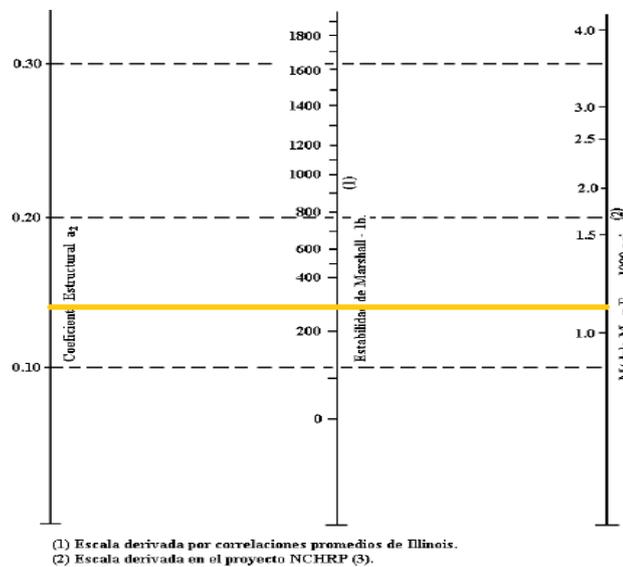
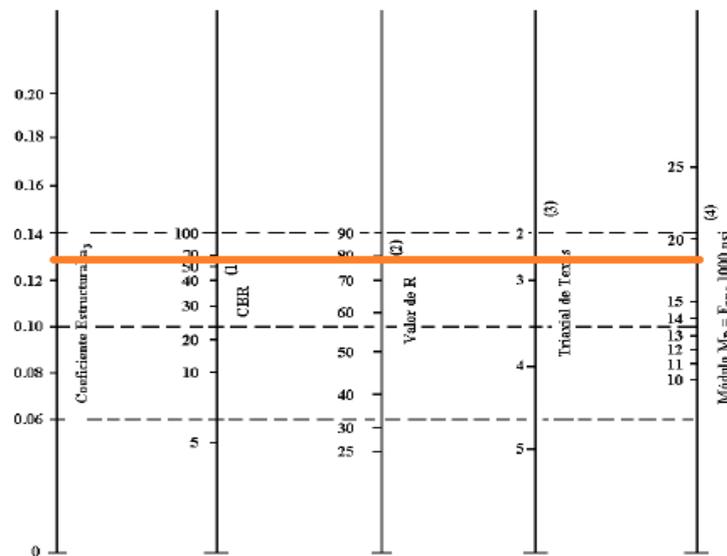


Figura 4.11 Variación del coeficiente estructural para base estabilizada con asfalto



Para hallar el valor del coeficiente a_3 para **subbase** de pavimento, se utilizó el ábaco de la Figura 4.11 donde se consideró un CBR del 60% el cual determina un valor para a_3 de 0.13 con su respectivo Módulo de Resiliencia de 18000 psi.

Figura 4.11 Variación del coeficiente estructural a_3 de la subbase de pavimentos



Fuente: AASHTO 93

4.2.5.7 Coeficiente de drenaje. (m_i)

Este coeficiente depende de la capacidad de drenaje que se determina de acuerdo al tiempo que el agua tarda en ser evacuada, en relación al tiempo en que la estructura de pavimento estará sometida a un nivel de humedad próximo a la saturación, la AASHTO 93 define cinco capacidades de drenaje.

Tabla 4.11 Capacidad de drenaje

| Calidad del drenaje | Tiempo que tarda el agua en ser evacuada |
|---------------------|------------------------------------------|
| Excelente | 2 horas |
| Bueno | 1 día |
| Regular | 1 semana |
| Malo | 1 mes |
| Muy malo | agua no drena |

Fuente: Guía AASHTO 93

La Tabla 4.12 contiene valores de m_i para las capas de base y sub-base, donde se consideró factores 1.25 para cada una, en relación a su calidad de drenaje

Tabla 4.12 Valores recomendados de m_i recomendados para modificar los coeficientes de capas de bases y sub-bases granulares

| Calidad del drenaje | % de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación | | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| | < 1% | 1 – 5% | 5 – 25% | > 25% |
| Excelente | 1.40 – 1.35 | 1.35 – 1.30 | 1.30 – 1.20 | 1.20 |
| Bueno | 1.35 – 1.25 | 1.25 – 1.15 | 1.15 – 1.00 | 1.00 |
| Aceptable | 1.25 – 1.15 | 1.15 – 1.05 | 1.00 – 0.80 | 0.80 |
| Pobre | 1.15 – 1.05 | 1.05 – 0.80 | 0.80 – 0.60 | 0.60 |
| Muy pobre | 1.05 – 0.95 | 0.75 – 0.40 | 0.75 – 0.40 | 0.40 |

Fuente: Guía AASHTO 93

4.2.5.8 Cargas por ejes equivalentes (Esal's)

A través de la proyección del TPDA realizada se puede decir que el tráfico está compuesto por los diferentes pesos y números de ejes de los vehículos, los mismos que fueron transformados a cargas de ejes equivalentes de 8.2 toneladas o también denominados Esal's.

Para el cálculo del Esal's de diseño se utilizó un factor de equivalencia de 1.4 para dos ejes simples obtenida de la Tabla 4.13

Tabla 4.13 Factor de equivalencia

| Tipo de vehículo | Factores de equivalencia MOPT- Ingeroute |
|------------------|---------------------------------------------|
| 2S | 1.4 |
| 3S | 2.4 |
| 2S1 | 2.4 |
| 4S | 3.67 |
| 3S1 | 3.67 |
| 2S2 | 3.67 |
| 3S2 | 4.67 |
| 3S3 | 5 |
| Bus | 0.2 |

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras – Alfonso Montejo

Datos de diseño:

TPDA = 940

Periodo de vida útil (n) = 20 años

Factor camión (Fc) = 1,4

Distribución direccional (D_D)= 0,5

Factor de distribución por carril (D_L) = 1

Tasa de crecimiento poblacional (g) = 0,033

Para el cálculo de Esal's se utilizó la siguiente fórmula.

$$Esal's = F_c * TPDA$$

$$Esal's = 1.4 * 940$$

$$Esal's = 1316$$

Cálculo de ejes equivalentes para el primer año de uso del pavimento (ω_{18})

$$\omega_{18} = ESAL \times 365$$

$$\omega_{18} = 1316 \times 365$$

$$\omega_{18} = 480340$$

Cálculo de ajustes a causa del número de carriles y distribución direccional:

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \omega_{18}$$

$$w_{18} = 0,5 \times 1 \times 480340$$

$$w_{18} = 240170$$

Cálculo para determinar el Esal's de diseño:

$$W_{18} = w_{18} \times \{ (1 + g)^t - 1 \} / g$$

$$W_{18} = 240170 \times \{ (1 + 0,033)^{20} - 1 \} / 0,033$$

$$W_{18} = 6.65 \times 10^6 \text{ Esal's}$$

Dónde:

W_{18} = Número de carriles y distribución direccional

ω_{18} = Ejes equivalentes para el primer año de uso del pavimento

D_L = Factor de distribución por carril

D_D = Distribución direccional

g = Tasa de crecimiento poblacional

Los valores de diseño obtenidos fueron ingresados en la hoja electrónica para Diseño de Pavimento Flexible Método AASHTO 93, presentada en la Tabla 4.14 con la cual se determinó los espesores de las capas que conformaran la estructura vial.

Tabla 4.14 Hoja de diseño de pavimento

| DISEÑO DEL REFUERZO METODO AASHTO 1993 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|----|---|------|-----|---|------|------|----|-------|------|--|--|----|--|
| PROYECTO: Estudio y Diseño de la via El Salado - Manantial de Guangala (Tesis de Grado) Ubicación : Parroquia Colonche FECHA : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi) | | 420,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi) | | 120,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi) | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18) | | 6,66E+06 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R) | | 90% | | | | | | | | | | | | | | | |
| STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr) | | -0,831 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OVERALL STANDARD DEVIATION (So) | | 0,45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) | | 1,10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi) | | 4,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt) | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| F. PERIODO DE DISEÑO (Años) | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Concreto Asfáltico Convencional (a ₁) | | 0,44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base granular (a ₂) | | 0,14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subbase (a ₃) | | 0,13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Base granular (m ₂) | | 1,25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subbase (m ₃) | | 1,25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ}) | 7,33 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA}) | 1,48 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG}) | 1,56 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB}) | 4,29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>TEORICO(pulgada)</th> <th>PROPUESTO(pulgada)</th> <th>cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>3,00</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>9,00</td> <td>22,5</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>20,00</td> <td>50,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table> | TEORICO(pulgada) | PROPUESTO(pulgada) | cm | 3 | 3,00 | 7,5 | 9 | 9,00 | 22,5 | 26 | 20,00 | 50,0 | | | 80 | |
| TEORICO(pulgada) | PROPUESTO(pulgada) | cm | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3,00 | 7,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 9,00 | 22,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 20,00 | 50,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPESOR CARPETA ASFALTICA | | 7,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPESOR BASE GRANULAR | | 22,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPESOR SUB BASE GRANULAR | | 50,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESPESOR TOTAL | | 80 | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente : Ing. PABLO DEL AGUILA (LIMA, PERU)

En la Tabla 4.15 contiene los espesores de las capas que conformarán la estructura de pavimento flexible que se propone para la vía El Salado – Manantial de Guangala.

Tabla 4.15 Resultados obtenidos del Método AASTHO 93

| Capas | Descripción | Coefficiente | Número Estructural | Espesor de Capa |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | Carpeta Asfáltica | $a_1 = 0,44$ | $SN_1 = 1,48$ | 7.5 cm |
| 2 | Base Granular | $a_2 = 0,14$ | $SN_2 = 1,56$ | 22.5 cm |
| 3 | Sub-Base Granular | $a_3 = 0,13$ | $SN_3 = 4,29$ | 50cm |

Elaborado por : Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

CAPITULO V

SEÑALIZACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

5.1. SEÑALIZACIÓN

Para el correcto funcionamiento de la vía El Salado - Manantial de Guangala es necesaria la implementación de una señalización que permita controlar el tránsito vehicular y peatonal, a través de la colocación de señales horizontales y verticales. En referencia se tomó el capítulo de Señalización de Tránsito de la NEVI 2012, el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) y el Manual básico de señalización del Ecuador.

5.1.1. Señalización Vertical

Este tipo de señalización sirve como información para que los transeúntes circulen de una manera segura y ordenada durante su recorrido por la vía, las mismas que deben ser respetadas para evitar posibles accidentes de tránsito. Se dan en función de las características combinadas tales como su tamaño, color, composición y retroreflectividad, de manera que permitan una rápida y fácil interpretación. (NEVI -12, 2013)

Con el desarrollo de la topografía y el nuevo trazado propuesto se ha establecido que se requerirá de 34 señales verticales mostradas en las Tablas 5.1-5.4. Para las señales preventivas y regulatorias su tamaño va acorde a la velocidad diseño adoptada de 60km/h.

5.1.1.1 Señales preventivas (P):

Advierten sobre alguna clase de peligro localizada a ciertos metros de distancia próximos en la vía, son representadas en tableros cuadrados con puntas redondeadas, fondo de color amarillo y símbolos negros. Deben ser colocadas a 60 o 120m antes de llegar a su punto de acción.

De este tipo de señales se instalaran 18 de curvas abiertas y 5 que indican la presencia de animales en la vía.

5.1.1.2 Señales informativas (I):

Ayudan a que el usuario tenga una orientación hacia donde se encuentra el punto de destino al que desea llegar, estas señales son plasmadas en tableros rectangulares de fondo blanco, con leyendas, flechas y números de color negro.

En la vía se deberá colocar 2 letreros señalando el desvío hacia la población de Iceras y Clementina uno para cada sentido de circulación y otro indicando la llegada al recinto El Salado, deben ser ubicados en la parte lateral derecha de la carretera.

5.1.1.3 Señales regulatorias (R):

Obligan a que los choferes disminuyan la marcha de los vehículos, su incumplimiento genera una contravención al tránsito, en su mayoría son de forma rectangular con un fondo blanco, sus símbolos de color negro.

De este tipo de señales en la vía se requiere la ubicación de: (2) Doble Vía, (4) Velocidad máxima y (2) Discos Pare, las cuales deben ser colocadas en la parte derecha de la vía a ciertos metros antes de la zona de acción.

En el Anexo 10 se presenta la ubicación de cada una de las señales verticales que se requiere a lo largo de la vía, así como sus detalles y especificaciones.

5.1.2 Consideraciones para la colocación de señales verticales

Debido a que el proyecto está ubicado en una zona rural, el Reglamento Técnico Ecuatoriano para vías sin bordillos determina los siguientes parámetros:

- ❖ La señal debe ser colocada a una distancia libre mínima de 60cm del borde externo de la berma.
- ❖ Tener una separación mínima de 2m y máxima de 5m del borde del pavimento.
- ❖ Las señales deben situarse en lugares visibles alejada de la vegetación, bajo la iluminación de las luces de los vehículos.
- ❖ La elevación de la señal no será menor a 1.5m a partir de la superficie del terreno hasta el extremo inferior de la señal. (Figura 5.1)

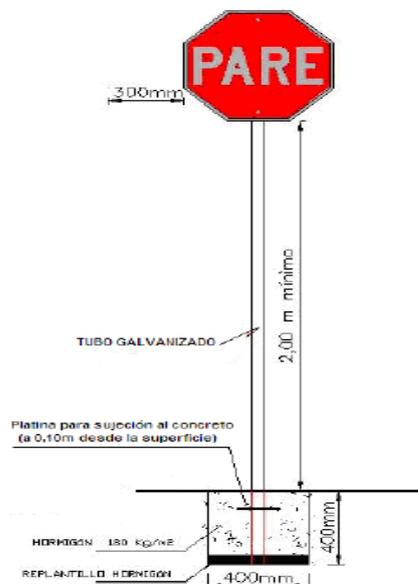


Figura 5.1 Medidas mínimas para la altura de la señalización vertical

Tabla 5.1 Señalización vertical desde Manantial de Guangala - El Salado

| NÚMERO | ABSCISA | COORDENADAS | | CODIGO | NOMBRE | SEÑAL |
|--------|---------|-------------|-----------|----------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | NORTE | ESTE | | | |
| 1 | 0+120 | 9779315.93 | 546324.08 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 2 | 0+480 | 9779541.53 | 546584.38 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 3 | 1+160 | 9779772.18 | 547221.72 | P6 - 17B | ANIMALES EN LA VIA |  |
| 4 | 1+540 | 9779887.51 | 547583.79 | R4 - 1 B | VELOCIDAD MAXIMA |  |
| 5 | 1+580 | 9779899.65 | 547621.65 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 6 | 1+820 | 9780008.67 | 547840,66 | R1 - 1B | PARE |  |
| 7 | 1+820 | 9780008.67 | 547840,66 | R2 - 2B | DOBLE VIA |  |
| 8 | 1+780 | 9779979.57 | 547802.44 | II - 3C | CLEMENTINA ICERAS |  |
| 9 | 2+060 | 9780164.31 | 548012.85 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |

Tabla 5.2 Señalización vertical desde Manantial de Guangala – El Salado

| NUMERO | ABSCISA | COORDENADAS | | CODIGO | NOMBRE | SEÑAL |
|--------|---------|-------------|-----------|----------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | NORTE | ESTE | | | |
| 10 | 2+520 | 9780564.45 | 548213.86 | P6 - 17B | ANIMALES EN LA VIA |  |
| 11 | 2+680 | 9780716.92 | 548262.58 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 12 | 2+960 | 9780939.36 | 548419.85 | R4 - 1 B | VELOCIDAD MAXIMA |  |
| 13 | 3+000 | 9780966.55 | 548449.18 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 14 | 3+260 | 9781179.12 | 548585.48 | P6 - 17B | ANIMALES EN LA VIA |  |
| 15 | 3+320 | 9781236.62 | 548602.61 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 16 | 3+560 | 9781436.88 | 548725.93 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 17 | 3+780 | 9781625.33 | 548827.01 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 18 | 3+940 | 9781784.38 | 548832.62 | II - 3B | EL SALADO |  |

Tabla 5.3 Señalización vertical de la vía El Salado - Manantial de Guangala

| NUMERO | ABSCISA | COORDENADAS | | CODIGO | NOMBRE | SEÑAL |
|--------|---------|-------------|-----------|----------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | NORTE | ESTE | | | |
| 1 | 3+920 | 9781764.40 | 548833.37 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 2 | 3+760 | 9781605.74 | 548822.96 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 3 | 3+500 | 9781392.35 | 548685.72 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 4 | 3+240 | 9781159.70 | 548579.70 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 5 | 2+920 | 9780912.17 | 548390.52 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 6 | 2+360 | 9780412.05 | 548165.15 | R4 - 1 B | VELOCIDAD MAXIMA |  |
| 7 | 2+320 | 9780373.94 | 548152.98 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 8 | 1+960 | 9780098.33 | 547937.70 | P6 - 17B | ANIMALES EN LA VIA |  |
| 9 | 1+880 | 9780045.55 | 547877.59 | II - 3C | CLEMENTINA ICERAS |  |

Tabla 5.4 Señalización vertical de la vía El Salado - Manantial de Guangala

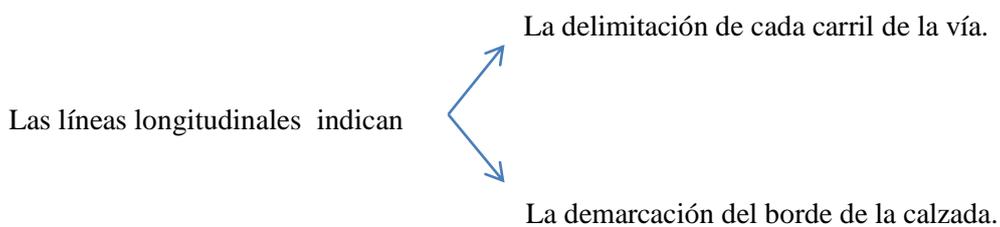
| NUMERO | ABSCISA | COORDENADAS | | CODIGO | NOMBRE | SEÑAL |
|--------|---------|-------------|-----------|----------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | NORTE | ESTE | | | |
| 10 | 1+840 | 9780023.61 | 547843.65 | R1 - 1B | PARE |  |
| 11 | 1+840 | 9780023.61 | 547843.65 | R2 - 2B | DOBLE VIA |  |
| 12 | 3+800 | 9779993.89 | 547816.48 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 13 | 1+000 | 9779725.04 | 547068.81 | P6 - 17B | ANIMALES EN LA VIA |  |
| 14 | 0+760 | 9779650.77 | 546840.58 | R4 - 1 B | VELOCIDAD MAXIMA |  |
| 15 | 0+720 | 9779638.63 | 546802.47 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 16 | 0+320 | 9779461.62 | 546445.77 | P1 - 2B | CURVA ABIERTA |  |
| 17 | 0+000 | 9779201.16 | 546288.88 | R1 - 1B | PARE |  |

5.1.3 Señalización Horizontal

Estas señales tienen como objetivo proveer información y servir como guía a los usuarios. Son representadas por líneas y símbolos que se marcan sobre la capa de rodadura del pavimento; también son consideradas como suplementarias, van acorde a la señalización vertical. (INEN, 2011)

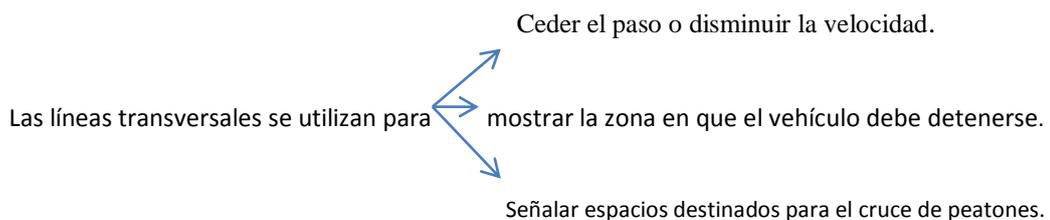
5.1.3.1 Líneas longitudinales

Son de color blanco y deben tener un ancho de 10cm, las cuales serán marcadas en los extremos del ancho de la calzada siendo esta de 6.7m. Además se colocarán líneas discontinuas de 10cm de ancho color amarillo que indicaran la división de circulación del carril opuesto.



5.1.3.2 Líneas transversales

Deben tener una longitud comprendida en un rango de 3 a 8m de largo, con un ancho de 45cm pintadas cada 60cm entre ellas.



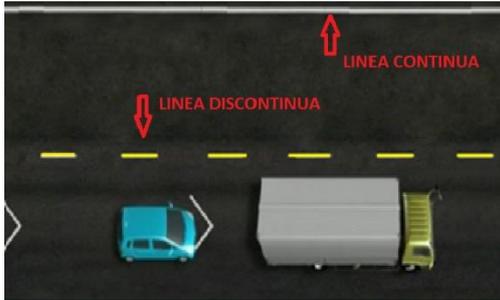


Figura 5.2 Líneas longitudinales



Figura 5.3 Paso cebra

5.2 Análisis de Impacto Ambiental

5.2.1 Introducción

Con el análisis de impacto ambiental de la vía El Salado - Manantial de Guangala, se busca cuantificar y minimizar los impactos producidos durante el proceso de constructivo y el mantenimiento de la vía, con la finalidad de evitar en lo posible los efectos negativos en el entorno ambiental que lo rodea.

5.2.2 Objetivos.

- ✚ Establecer un estudio ambiental que permita identificar los impactos generados por la construcción del proyecto, evaluando su magnitud e importancia.
- ✚ Elaborar un Plan de Manejo Ambiental que ayude a minimizar los impactos negativos que estén inmersos en el área de influencia directa del proyecto.

5.2.3 Marco legal ambiental.

Para el desarrollo del Análisis de Impacto Ambiental de la vía El Salado - Manantial de Guangala se consideraron los principales artículos de las leyes y reglamentos vigentes en nuestro país, los mismos que se describen en las siguientes tablas:

| Tabla 5.5 Constitución Política de la República del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial No.1 del 11 de Agosto de 1998 | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artículo 86, numeral 2 declara y regula: | <ul style="list-style-type: none"> • La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país. • La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas o privadas. |
| Artículo 87, indica | “La ley tipificará las infracciones y regulará los procedimientos para establecer las responsabilidades administrativas, civiles y penales, que correspondan a las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, por acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente” |

| Tabla 5.6 Ley de Gestión Ambiental Expedida el 30 de julio de 1999, en el Registro Oficial No.245 | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La ley determina que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio de Medio Ambiente, que deberá actuar como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. | |
| Artículo 19 | “Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será precautelatorio”. |
| Artículo 23 | La evaluación del impacto ambiental comprenderá: La estimación de los efectos a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la función de los ecosistemas presentes en el área. |

| Tabla 5.7 Ley de Tránsito y Transporte Terrestre Publicada en el Registro Oficial N° 118 del 18 de enero de 1997 | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artículo N° 235 | "Ningún vehículo que circule en el país podrá emanar o arrojar gases de combustión que exceda del 60 % |
| Capítulo II De la Prevención y Control del Ruido | Contiene disposiciones respecto a las prohibiciones a los conductores de vehículos sobre uso de señales acústicas o sonoras, arrastrar piezas metálicas, alteración del tubo de escape, etc |

| Tabla 5.8 Ley de Régimen Municipal | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Define como autónomas a las corporaciones edilicias y le designa entre sus responsabilidades las de prever, dirigir, ordenar y estimular el desenvolvimiento del cantón en los órdenes social, económico, físico y administrativo. También tiene por obligación elaborar programas y proyectos específicos a realizarse en el cantón (Sección 2.a, Párrafo 1). | |
| Artículos del Capítulo I de la LRM | <p>Artículo 212, literal d.- Análisis de estructuras físicas fundamentales: morfología, geología, naturaleza de los suelos; climatología, flora y fauna terrestre y acuática.</p> <p>Artículo 215.- Ordenanzas y reglamentaciones sobre el uso del suelo, condiciones de seguridad, materiales, condiciones sanitarias y otras de naturaleza similar.</p> <p>Artículo 216.- Podrá contemplar estudios parciales para la conservación y ordenamiento de ciudades o zonas de ciudad de gran valor artístico e histórico o protección del paisaje urbano</p> |
| Artículo 164 de la LRM | <p>Literal a, inciso 1°.- En materia de higiene y asistencia, la municipalidad coordinará su acción con la autoridad de Salud, de acuerdo a lo dispuesto en el Título XIV del Código de la materia y, al efecto le compete</p> <p>Literal j.- Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con ruidos, olores desagradables, humo, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y demás factores que puedan afectar la salud y bienestar de la población.</p> |

| Tabla 5.9 Ley de Caminos Publicada en el Registro Oficial el 19 de agosto de 1998 | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artículo 37 | "El estado en general, el ministerio de obras públicas, los consejos provinciales, los consejos municipales y contratistas, en los trabajos de mantenimiento y construcción que se realicen, deberán conservar y cuidar árboles, arbustos, plantas y cercos naturales que crezcan al borde del camino". |
| Especificaciones Técnicas del MTOP 2002 | Artículo 3 "establece el derecho de vía, que consisten en la facultad de ocupar, en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos. En el acuerdo de aprobación del proyecto de una obra vial se determinará el derecho de vía correspondiente". |
| Reglamento aplicativo a la Ley de Camino | Artículo 4 "De manera general, el derecho de vía se extenderá a 25m; medidos desde el eje de la vía hacia cada uno de los costados, distancia a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento; debiendo, para la construcción de vivienda, observarse un retiro adicional de 5m" |

| Tabla 5.10 Ley de Aguas Expedida, mediante Decreto Supremo N° 369, del 18 de mayo de 1972, | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artículo 1 | Regula el “aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados y formas” |
| Artículo 22 | Prohíbe “la contaminación de las aguas que afecten a la salud humana o al desarrollo de la flora y de la fauna” |
| Artículo 3 | Las cuencas de los ríos se declaran como zonas de interés comunitario, el territorio que ocupe los cauces y las cuencas de drenaje de la fuente de abastecimiento, esto es, la zona que influye directamente sobre la localidad del agua destinada al abastecimiento para consumo humano. |

| Tabla 5.11 Ley de Minería Publicada en el Registro Oficial No 695 del 31 mayo de 1991 | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La Ley de Minería, es considerada como un instrumento eminentemente proteccionista del medio ambiente y del manejo adecuado de los recursos naturales. Además guarda concordancia con la Ley de Régimen Municipal al reconocer competencias a las Municipalidades en la autorización en determinadas actuaciones en materia de explotación de canteras | |
| Capítulo II “De la Preservación del Medio Ambiente” del artículo 79 al el 87 dispone: | <ul style="list-style-type: none"> • Obligatoriedad de la presentación de Estudios de Impacto Ambiental <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y Formulación del Plan de Manejo Ambiental • Tratamiento de aguas, reforestación, acumulación de residuos, conservación de flora y fauna <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de desechos, protección del ecosistema • Limitaciones de realizar explotaciones mineras dentro de los límites del Patrimonio Forestal del Estado y áreas protegidas. |
| Capítulo II “De los materiales de Construcción” | Artículo 148, Inciso Tercero; “las Municipalidades otorgarán las autorizaciones para la explotación de ripio y arena”. |
| Ley de Régimen Municipal | Artículo 274; “Los ríos y sus playas, las quebradas, sus lechos y taludes pueden ser usados por los vecinos de conformidad con las respectivas ordenanzas y reglamentos; pero la explotación de piedras, arena y otros materiales sólo podrán hacerse con el expreso consentimiento del Consejo”. |

| Tabla 5.12 Medidas generales de control ambiental especificaciones del MTOP 2002. | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sección 205 Control del polvo | <p>205-01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.</p> <p>Procedimientos de Trabajo.- En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.</p> |
| Sección 214 Prevención y control de la contaminación del suelo | <p>214-01. Descripción.- Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación 214-02.</p> <p>Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá: Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme.</p> |
| Sección 217 Prevención y control de ruidos y vibraciones | <p>217-01. Descripción.- El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas, pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de las fuentes generadoras de éste.</p> <p>217-02. Procedimiento de Trabajo.- Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a las poblaciones humanas y faunísticas de la zona de la obra</p> |

5.2.4. Metodología.

El estudio de impacto ambiental se desarrolló mediante el siguiente proceso:

- a) Identificación del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- b) Determinación de la línea base ambiental analizando su medio físico, biótico y socioeconómico.
- c) Desarrollo de matrices de identificación, valoración y evaluación de los impactos, las cuales sirvieron para elaborar el Plan de Manejo Ambiental planteado para nuestro proyecto vial.

5.2.5. Área de Influencia de la vía

5.2.5.1. Área de influencia.

El área de influencia está determinada por la zona del proyecto que va ser afectada directa o indirectamente por la construcción de la vía, para su determinación se debe tener presente ciertas consideraciones tales como:

- ✚ Localización geográfica donde se va realizar la construcción y posterior funcionamiento de la obra.
- ✚ Naturaleza y severidad de los posibles impactos que se podrían generar durante y después de la construcción de la vía.
- ✚ Grupos sociales que se encuentran inmersos en el área del proyecto

5.2.5.2. Área de influencia directa.

Se establece como área de influencia directa a la zona donde se implantará el proyecto, en la cual se generarán los impactos directos con mayor intensidad.

En este caso, está definida por una franja de 60m considerando 30m de distancia para cada lado a partir del eje de la vía.

5.2.5.3. Área de influencia indirecta.

El área de influencia indirecta estará inmersa a 120m a cada lado de acuerdo al eje principal de la vía, en la cual se puede presentar alguna afectación al ecosistema y al medio socio económico, en el aprovechamiento de recursos naturales, accesibilidad y uso de suelo.

5.2.6. Línea Base Ambiental

La línea base ambiental permite establecer una relación entre los posibles impactos que pueden generarse durante el proceso constructivo de la carretera, para esto se realizó una caracterización de los componentes tanto físico, biótico y socioeconómico.

5.2.6.1. Caracterización del componente físico.

La provincia de Santa Elena posee un clima tropical húmedo, sus características se determinan por el comportamiento de factores meteorológicos como la temperatura, precipitación y humedad relativa. En la Tabla 5.13 se muestran valores promedios desde el año 2003 al 2013 emitidos por el Inamhi, correspondiente a los datos obtenidos por la estación meteorológica de Colonche, donde se refleja que la temperatura mínima registrada en este periodo fue de 24°C en el mes de Julio, mientras que la temperatura máxima fue de 26,3 °C en los meses de Marzo y Abril.

La mayor precipitación de 71,8 mm, se dio en el mes de Febrero donde existió mayor afluencia de lluvias.

En esta zona la humedad relativa máxima media está entre un 76 a 85%, con sus respectivas variaciones en las épocas de lluvias.

Tabla 5.13 Datos meteorológicos estación Colonche.

| | Humedad relativa (%) | Temperatura °C | Precipitación (mm) |
|------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Enero | 83 | 25 | 62,9 |
| Febrero | 80 | 25,8 | 71,8 |
| Marzo | 76 | 26,3 | 46,1 |
| Abril | 78 | 26,3 | 28,3 |
| Mayo | 82 | 25,9 | 15,6 |
| Junio | 82 | 24,7 | 1,9 |
| Julio | 81 | 24 | 1,5 |
| Agosto | 85 | 24,7 | 1,4 |
| Septiembre | 83 | 25,4 | 0,9 |
| Octubre | 84 | 25,4 | 4,3 |
| Noviembre | 80 | 25,7 | 2,4 |
| Diciembre | 76 | 25,7 | 2,7 |

Fuente : Inamhi 2003 - 2013 (Estación Colonche)

5.2.6.2. Caracterización del medio biótico.

Según el sistema de clasificación y los resultados del estudio de formación de vegetales realizado por Rodrigo Sierra en el año 1999, en la parroquia Colonche se ha identificado dos clases de ecosistema terrestre.

- Ecosistema de bosque húmedo de la costa ocupando un 8% del territorio, siendo el más importante retenedor y aportante de agua dulce.
- Ecosistema de bosque seco occidental el cual ocupa un 90% del área, se caracteriza por la presencia de vegetación seca y espinosa.

Para determinar la flora y la fauna existente en la zona del proyecto, se realizó una inspección de campo donde se observó la presencia de ciertas especies cuyas familias se describen en las Tablas 5.14 y 5.15.

Tabla 5.14 Flora

| Nombre común | Familia |
|--------------|----------------|
| Ceibo | Leguminosa |
| Nigüito | Elaeocarpaceae |
| Trepadora | Convolvulaceae |
| Muyuyo | Cordia lutea |
| Cactus | Cacteas |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

Tabla 5.15 Fauna

| Nombre común | Familia |
|-----------------|---------------------------|
| Brujo | Tyrannidae |
| Gallinazo | Sarcoramphus |
| Paloma tierrera | Columbidae |
| Gavilán | Leucopternis |
| Búho | Strigidae |
| Perico | Brotogeris pyrrhopterus |
| Murciélago | Cabreramops aequatorianus |
| Iguana | Iguanidae |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

5.2.6.3 Caracterización del medio socioeconómico

(GAD PARROQUIA COLONCHE, 2011)

“La parroquia Colonche está ubicada al centro y norte de la provincia de Santa Elena, posee una extensión territorial de 1137.2 Km². Según datos publicados por

el INEC del censo realizado en el 2010 tiene una población de 31.322 habitantes, siendo la más grande de la provincia y representa el 30.45% de la misma.

Limita al norte con la parroquia Manglaralto y cantón Pedro Pablo Gómez de la provincia de Manabí, al sur con las parroquias Simón Bolívar y Santa Elena, al este con los cantones Pedro Carbo de la provincia del Guayas y Cascol de Manabí, al oeste con el Océano Pacífico y las parroquias Manglaralto y Santa Elena.”

El aspecto socioeconómico de la población inmersa en el proyecto se basa en la agricultura y la crianza de animales domésticos, se estima que con la ejecución del proyecto se puedan beneficiar los habitantes del sector alcanzando así un mejor estilo de vida.

5.2.7. Identificación, valoración y evaluación de impactos ambientales

En las evaluaciones de impacto ambiental se busca predecir e identificar consecuencias y efectos negativos o positivos, provocados al medio ambiente durante el proceso constructivo de una obra civil. (CLIFFORD, 2013)

Para la identificación de impactos se utilizó una matriz de doble entrada que relaciona los componentes ambientales con el desarrollo de las actividades, el modelo de matrices empleado es similar a las del Estudio de Impacto Ambiental del sistema de alcantarillado para la comuna Libertador Bolívar del cantón Santa Elena.

5.2.7.1 Identificación de impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales a generarse en el proceso constructivo de la vía El Salado - Manantial de Guangala, se determinó en función de los componentes ambientales abióticos y bióticos, descritos en la Tabla 5.16

Tabla 5.16 Componentes ambientales

| Componentes ambientales | Sub-Componentes ambientales | |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------|
| ABIOTICOS | Aire | Olores |
| | | Ruido |
| | | Polvo |
| | | Gas carbónico |
| | Suelo | Calidad del suelo |
| | | Uso del suelo |
| | | Paisaje |
| Agua | Uso del recurso | |
| BIOTICOS | Flora | Densidad |
| | Fauna | Hábitat |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

De las actividades a desarrollarse en la ejecución del proyecto se tiene las siguientes:

1. Uso de maquinaria pesada.
2. Limpieza y desbroce.
3. Corte y relleno.
4. Movimientos de tierra.
5. Excavación y desalojo.
6. Colocación de la estructura de pavimento.
7. Transporte y almacenamiento de materiales.
8. Construcción de sistema de drenaje.

9. Señalización horizontal y vertical.

10. Operación de la carretera.

A los componentes ambientales del proyecto se les dio una valoración de 1 a 10, de acuerdo a su importancia relativa tal como se muestra en la Tabla 5.17

Tabla 5.17 Valoración según su importancia relativa

| Componentes ambientales | | Valoración del 1 al 10 |
|-------------------------|-------------------|------------------------|
| Aire | Olores | 2 |
| | Ruido | 7 |
| | Polvo | 8 |
| | Gas carbónico | 5 |
| Suelo | Calidad del suelo | 4 |
| | Uso del suelo | 4 |
| | Paisaje | 2 |
| Agua | Uso del recurso | 5 |
| Flora | Densidad | 2 |
| Fauna | Hábitat | 3 |
| Socio Económico | Calidad de vida | 8 |
| | Tiempo de viaje | 9 |

Realizado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

En la matriz de identificación de impactos presentada en la Tabla 5.18, se seleccionó los casilleros de los componentes ambientales que serán afectados durante el desarrollo de cada una de las actividades del proyecto.

Tabla 5.18 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

| Componentes Ambientales | | Actividades del proyecto | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | Uso de maquinaria pesada | Limpieza y Desbroce | Corte y relleno | Movimiento de tierra | Excavación y Desaojo | Colocación estructura del pavimento | Transporte y almacenamientos de materiales | Construcción de sistema de drenaje | Señalización horizontal y vertical. | Operación de la carretera |
| Aire | Olores | | | | | | √ | | | | |
| | Ruido | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | |
| | Polvo | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | |
| | Gas carbónico | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | |
| Suelo | Calidad del suelo | | | √ | √ | | | √ | | | |
| | Uso del suelo | | √ | √ | √ | | √ | | √ | √ | |
| | Paisaje | | | √ | √ | | | | | | |
| Agua | Uso del recurso | | | | | | √ | | | | |
| Flora | Densidad | | √ | | √ | | | √ | | | |
| Fauna | Hábitat | | | | √ | | | √ | | | |
| Socio económico | Calidad de vida | | | | | | | | | √ | |
| | Tiempo de viaje | | | | | | | | | √ | |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

5.2.7.2 Valoración de impactos ambientales

Para determinar la importancia y valoración de las características de los impactos se consideró el grado de incidencia en relación a su naturaleza, duración, reversibilidad, probabilidad, intensidad y extensión para lo cual se empleó la Tabla 5.19

Tabla 5.19 Valores de caracterización de impactos

| NATURALEZA | | DURACION | | REVERSIBILIDAD | | PROBABILIDAD | | INTENSIDAD | | EXTENSION | |
|-----------------------------------------------|----|------------|---|----------------|---|---------------|-----|------------|---|-----------|---|
| POSITIVO | 1 | TEMPORAL | 1 | A CORTO PLAZO | 1 | POCO PROBABLE | 0,1 | BAJA | 1 | PUNTUAL | 1 |
| NEGATIVO | -1 | PERMANENTE | 2 | A LARGO PLAZO | 2 | PROBABLE | 0,5 | MEDIA | 2 | LOCAL | 2 |
| Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera | | | | | | CIERTO | 1 | ALTA | 3 | REGIONAL | 3 |

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se determinó la magnitud de cada uno de los impactos.

$$M = N * P(D + R + I + E)$$

Dónde:

$M = magnitud$ $N = naturaleza$ $P = probabilidad$ $D = duración$
 $R = reversibilidad$ $I = intensidad$ $E = extensión$

Para una mejor comprensión se tomó como ejemplo la primera actividad: el uso de maquinaria pesada con respecto al componente ambiental ruido, para lo cual según su importancia y al criterio del evaluador se le asigna un valor a cada factor

de la fórmula de magnitud, empleando los valores de caracterización de la Tabla 5.19, se obtiene que:

$$M = -1 * 1(1 + 1 + 2 + 2) = -6$$

El valor -6 es el resultado obtenido para la caracterización del componente escogido tal como se muestra en la Tabla 5.20, de esta manera se calificó cada actividad en un rango de 1 a 10 para impactos positivos y -1 a -10 para impactos negativos.

Tabla 5.20 MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

| COMPONENTES AMBIENTALES | | Actividades del proyecto | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | Uso de maquinaria pesada | Limpieza y Desbroce | Corte y relleno | Movimiento de tierra | Excavación y Desajo | Colocación estructura del pavimento | Transporte y almacenamientos de materiales | Construcción de sistema de drenaje | Señalización horizontal y vertical. | Operación de la carretera |
| Aire | Olores | | | | | | -2,5 | | | | |
| | Ruido | -6 | -4 | -5 | -5 | -4 | -5 | -0,7 | -4 | -0,6 | -7 |
| | Polvo | -6 | -5 | -5 | -5 | -5 | -7 | -2,5 | -4 | | |
| | Gas carbónico | -5 | -5 | -5 | -5 | -5 | -5 | -2,5 | | | -7 |
| Suelo | Calidad del suelo | | | -7 | -4 | | | | -6 | | |
| | Uso del suelo | | -5 | -7 | -6 | | -6 | | | -5 | -7 |
| | Paisaje | | | -5 | -2,5 | | | | | | |
| Agua | Uso del recurso | | | | | | -4 | | | | |
| Flora | Densidad | | -5 | | -0,5 | | | | -2 | | |
| Fauna | Hábitat | | | | -3 | | | | -0,5 | | |
| Socio económico | Calidad de vida | | | | | | | | | | 9 |
| | Tiempo de viaje | | | | | | | | | | 8 |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

Para obtener la valoración de cada impacto se procedió a realizar la multiplicación de los valores tanto de magnitud (***M***) con los valores de importancia relativa (***Ir***), utilizando la siguiente ecuación:

$$V = (M * Ir)$$

Dónde:

V = valoración de impactos

M = magnitud

Ir = importancia relativa

Entonces, para determinar la valoración del impacto en el caso de la actividad del uso de maquinaria pesada se multiplicó su magnitud hallada de (-6) por el valor de importancia relativa (Tabla 5.17), que para el componente ruido se asignó un valor de (7), obteniendo así una valoración de (-42) como se muestra en la Tabla 5.21, el mismo proceso se realizó para cada una de las actividades en función de los componentes ambientales.

Tabla 5.21 MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

| COMPONENTES AMBIENTALES | | Actividades del proyecto | | | | | | | | | | ε total por componente | % de afectación por componente |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | Uso de maquinaria pesada | Limpieza y Desbroce | Corte y relleno | Movimiento de tierra | Excavación y Desajojo | Colocación estructura del pavimento | Transporte y almacenamientos de materiales | Construcción de sistema de drenaje | Señalización horizontal y vertical. | Operación de la carretera | | |
| Aire | Olores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -4 |
| | Ruido | -42 | -28 | -35 | -35 | -28 | -35 | -4,9 | -28 | -4,2 | -49 | -289,1 | -28,91 |
| | Polvo | -48 | -40 | -40 | -40 | -40 | -56 | -20 | -32 | 0 | 0 | -316 | -39,50 |
| | Gas carbónico | -25 | -25 | -25 | -25 | -25 | -25 | -12,5 | 0 | 0 | -35 | -197,5 | -24,69 |
| Suelo | Calidad del suelo | 0 | 0 | -28 | -16 | 0 | 0 | 0 | -24 | 0 | 0 | -68 | -22,67 |
| | Uso del suelo | 0 | -20 | -28 | -24 | 0 | -24 | 0 | 0 | -20 | -28 | -144 | -24 |
| | Paisaje | 0 | 0 | -10 | -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -15 | -7,5 |
| Agua | Uso del recurso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -16 | -16 |
| Flora | Densidad | 0 | -10 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -4 | 0 | 0 | -15 | -5 |
| Fauna | Hábitat | 0 | 0 | 0 | -9 | 0 | 0 | 0 | -1,5 | 0 | 0 | -10,5 | -5,25 |
| Socio económico | Calidad de viada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 72 | 72 |
| | Tiempo de viaje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 72 | 72 |
| ε total por acción | | -115 | -123 | -166 | -155 | -93 | -160 | -37,4 | -89,5 | -24,2 | 32 | -931,1 | |
| | | | | | | | | | | | | Máx. de afectación | -4600 |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

La Tabla 5.22 muestra los rangos de valoración que van ordenados de acuerdo a su importancia, los cuales fueron utilizados para asignarle a cada impacto su valor significativo como se representa en la matriz de evaluación.

Tabla 5.22 Rangos de valoración y nivel de significancia de impactos

| Rangos | Significancia |
|---------------|----------------------------------|
| 0 – 20 | No significativo (NS) |
| 21 – 40 | Poco significativo (PS) |
| 41 – 60 | Medianamente significativo (MDS) |
| 61 – 80 | Significativo (S) |
| 81 – 100 | Muy significativo (MS) |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

5.2.7.3 Evaluación de impactos ambientales

La evaluación de los impactos se realizó en función de los resultados de las matrices de identificación y valoración, las mismas que fueron analizadas de acuerdo a las actividades del proyecto y los efectos que generaran hacia los componentes ambientales. En la Tabla 5.23 se presenta la matriz de evaluación donde consta el nivel de significancia de cada impacto.

En efecto, para el ejemplo del uso de maquinaria pesada el resultado adquirido en la matriz de valoración fue de (-42), que de acuerdo a los rangos establecidos en la Tabla 5.22 se obtuvo un nivel medianamente significativo (MDS).

Tabla 5.23 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

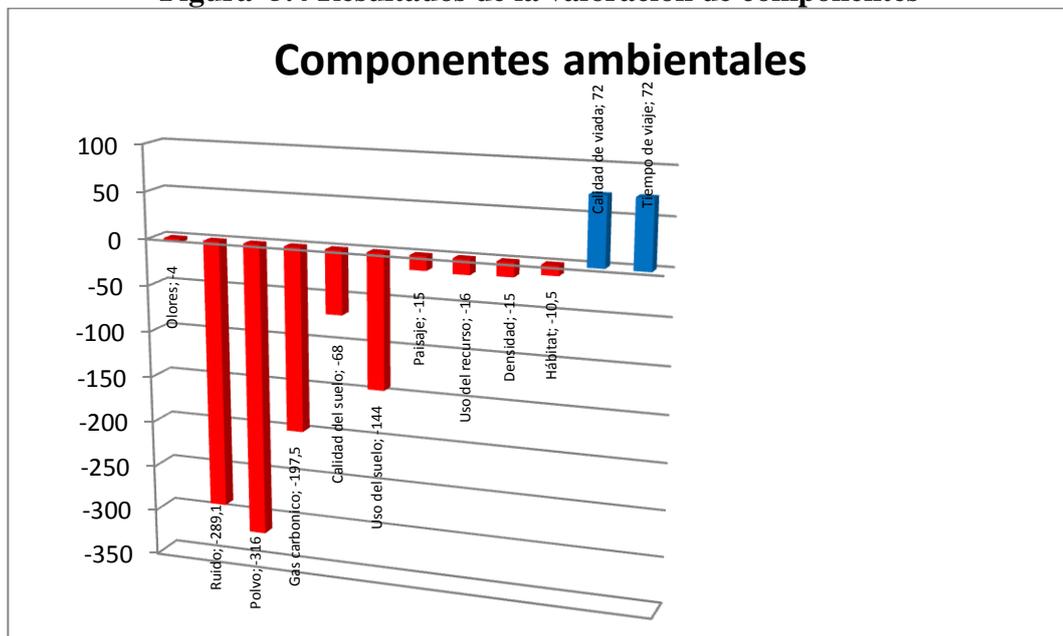
| COMPONENTES AMBIENTALES | | Actividades del proyecto | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | Uso de maquinaria pesada | Limpieza y Desbroce | Corte y relleno | Movimiento de tierra | Excavación y Desajojo | Colocación estructura del pavimento | Transporte y almacenamientos de materiales | Construcción de sistema de drenaje | Señalización horizontal y vertical. | Operación de la carretera |
| Aire | Olores | | | | | | -NS | | | | |
| | Ruido | -MDS | -PS | -PS | -PS | -PS | -PS | -NS | -PS | -NS | -MDS |
| | Polvo | -MDS | -PS | -PS | -PS | -PS | -MDS | -NS | -PS | | |
| | Gas carbónico | -PS | -PS | -PS | -PS | -PS | -PS | -NS | | | -PS |
| Suelo | Calidad del suelo | | | -PS | -NS | | | | -PS | | |
| | Uso del suelo | | -NS | -PS | -PS | | -PS | | | -NS | -PS |
| | Paisaje | | | -NS | -NS | | | | -NS | | |
| Agua | Uso del recurso | | | | | | -NS | | | | |
| Flora | Densidad | | -NS | | -NS | | | | -NS | | |
| Fauna | Hábitat | | | | -NS | | | | -NS | | |
| Socio económico | Calidad de vida | | | | | | | | | | S |
| | Tiempo de viaje | | | | | | | | | | S |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

Al observar la matriz de valoración se puede deducir que la máxima afectación de impactos negativos alcanzaría un valor de -4600 , siempre y cuando todos los componentes evaluados sean perjudiciales al 100% durante el proceso constructivo del proyecto; sin embargo de acuerdo a la valoración se obtuvo un resultado de $-931,1$ que equivale al $-20,2\%$ de afectación.

De acuerdo a la significancia de impactos reflejados en la matriz de evaluación se deduce que existirán 47 impactos negativos de cuales son: 17 no significativo (NS), 24 poco significativo (PS), 4 medianamente significativo (MDS) y 2 impactos positivos significativos (S).

Figura 5.4 Resultados de la valoración de componentes



Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

Observando los resultados expresados en la Figura 5.4 se puede decir que, de los componentes ambientales el más afectado será el aire debido al empleo de maquinaria pesada a utilizarse.

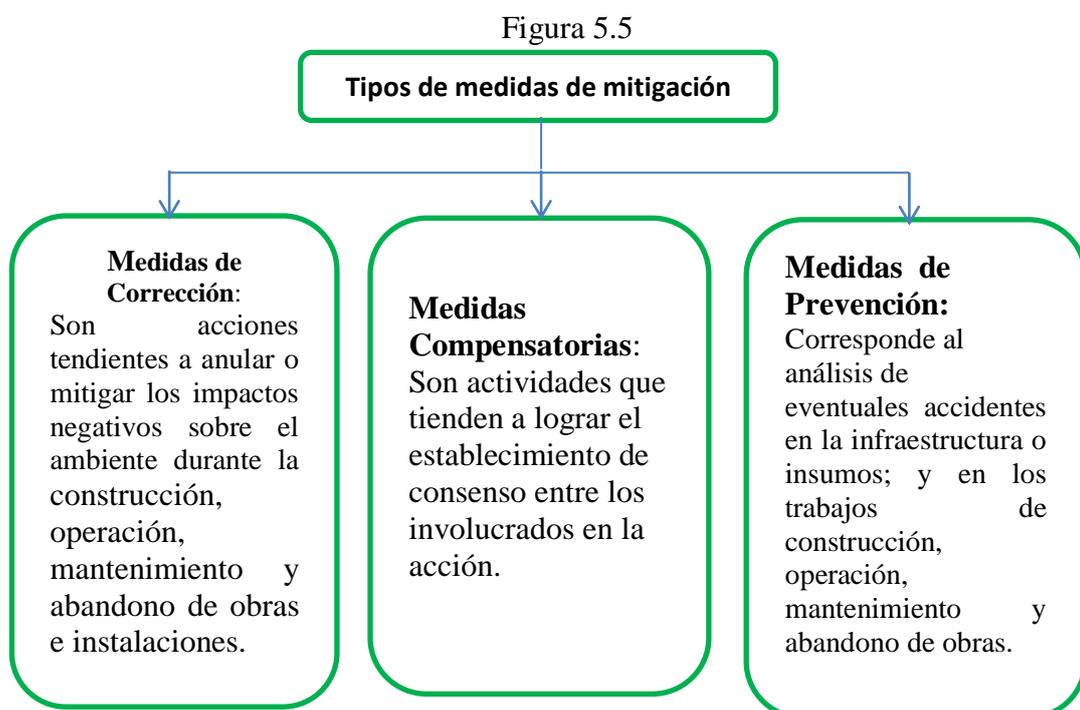
Seguidamente se tiene que el suelo también se verá afectado por la movilización de tierras, la excavación y desalojo de material.

Si bien la ejecución del proyecto traerá consigo impactos negativos estos solo estarán presentes durante el proceso constructivo de la vía. Sin embargo, también existen impactos positivos los cuales se darán de manera permanente durante el tiempo de vida útil de la carretera, beneficiando a las poblaciones involucradas.

5.2.8. Plan de Manejo Ambiental

El Plan de manejo ambiental es un conjunto de aplicación de medidas y actividades que ayudan a prevenir, mitigar, corregir los impactos negativos a generarse durante el proceso constructivo del proyecto vial.

Las medidas de mitigación a considerar en el presente estudio de impacto ambiental son:



5.2.8.1 Descripción de los impactos negativos y positivos

Toda construcción de carretera trae consigo impactos negativos y positivos, en el Estudio y Diseño de vía Manantial de Guangala – El Salado se describe los siguientes impactos:

Tabla 5.24 Impactos negativos a generarse en la fase de construcción u operación

| IMPACTOS | MEDIDAS | TIPO DE MEDIDA | RESPONSABLE |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| Afectación a la calidad del aire por la emanación de polvo | • Humedecer el área de proyecto para minimizar el levantamiento de polvo | Mitigación | *Contratista *Fiscalización |
| | • Mantenimiento de maquinaria para que no provoque mayores niveles de polvo | Correctiva | |
| Ruido | • Uso correcto de equipos y maquinarias en buenas condiciones | Correctiva | *Contratista *Fiscalización |
| Afectación al suelo | • Colocar baterías sanitarias y cestos de basura dentro del área del proyecto. | Correctiva | *Contratista *Fiscalización |
| | Prevenir o evitar el derrame de hidrocarburos proveniente del uso de maquinarias | Correctiva | |
| Afectación a la población por cierre parcial de la vía | Adecuar caminos de acceso para personas | Preventiva | |
| Riesgos de accidentes a personal de trabajo y a terceros | Uso de equipos de protección personal para trabajadores. | Preventiva | *Contratista *Fiscalización |
| | • Señalización provisional | | |
| | • Utilización de botiquín de primeros auxilios | Preventiva | |
| | • Colocación de cintas reflectivas en zanjas | Mitigación | |
| Insuficiente información a los habitantes del sector | • Charlas de concientización ambiental | Preventiva | *Contratista *Fiscalización |

Elaborado por: Clara Suárez – Ailtonjohn Vera

Tabla 5.25 Impactos en la fase de mantenimiento

| IMPACTOS | MEDIDAS | TIPO DE MEDIDAS | RESPONSABLE |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|
| Falta de mantenimiento y retiro de desechos en la vía | Mantenimiento periódico de la obra por parte de la entidad competente | Preventiva | * Contratista *Director de obras municipales |
| Falta de señalización | Instalación adecuada y mantenimiento de señalización vertical y horizontal | Control | *Contratista *Fiscalizador |

Elaborado por: Clara Suárez - Ailtonjohn Vera

5.2.8.2. Impactos positivos a generarse con la ejecución del proyecto

- ✚ Mejorar el estatus de vida poblaciones inmersas en área de influencia del proyecto.
- ✚ Progreso en la actividad agrícola del sector.
- ✚ Aumento en la plusvalía de las propiedades urbanas cercanas al proyecto.
- ✚ Generación de un nuevo recorrido de cooperativas de transporte al servicio de la comunidad.
- ✚ Movilización segura y confiable de los pobladores durante el tiempo de viaje.
- ✚ Disminución de enfermedades generadas por el levantamiento del polvo.

CAPITULO VI

PRESUPUESTO, CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES

6.1 Presupuesto

Mediante el diseño geométrico se determinó las tablas correspondientes a los volúmenes de corte y relleno mostrados en el Anexo 7; y con el diseño de pavimento flexible se estableció los espesores de las capas a utilizar. Se realizó el cálculo del presupuesto de la vía El Salado - Manantial de Guangala basado en las cantidades de obra relacionadas con cada una actividades a efectuarse durante el proceso constructivo de la vía.

6.2 Análisis de precio unitario.

6.2.1 Costos directos

Son incluidos en la ejecución física de una unidad de obra tales como: equipos, mano de obra, materiales y transporte; siendo la sumatoria de estos el valor total de los costos directos.

6.2.2 Costos indirectos

Estos son gastos requeridos para la organización de campo y de oficina, no pueden ser endosados en forma directa a una unidad de obra, los costos indirectos llegan a representar más del 20% de los costos directos.

6.2.3 Precio unitario

Es la remuneración o el pago total que se le debe cubrir al contratista por unidad de obra realizada, es calculado por la suma de los costos directos e indirectos.

En la Tabla 6.1 se presenta el presupuesto del proyecto el cual contiene el valor de cada uno de los rubros calculados, en el Anexo 11 se presenta la memoria de cálculo de las cantidades y el análisis de precio unitario.

Tabla 6.1 Presupuesto Referencial

|  UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-------------|---------------------|
| PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía El Salado - Manantial de Guangala | | | | |
| LOCALIZACIÓN: Parroquia Colonche | | | | |
| TESISTAS : Clara Suarez - Ailtonjohn Vera | | | | |
| Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | P. TOTAL |
| INSTALACIONES PROVISIONALES | | | | |
| Letrero de identidad de obra | u | 3,00 | 375,65 | 1.126,95 |
| Campamento de obra | u | 1,00 | 1.660,46 | 1.660,46 |
| Replanteo y nivelación | m2 | 27.302,50 | 0,23 | 6.279,58 |
| Desbroce y limpieza | Ha | 44,83 | 338,61 | 15.178,19 |
| OBRA VIAL | | | | |
| Excavación sin clasificar | m3 | 39.672,71 | 2,49 | 98.785,05 |
| Relleno compactado | m3 | 39.757,22 | 3,01 | 119.669,23 |
| Acabado de obra básica | m2 | 27.302,50 | 0,39 | 10.647,98 |
| Sub-base | m3 | 19.519,25 | 8,72 | 170.207,86 |
| Base | m3 | 6.006,55 | 15,71 | 94.362,90 |
| Transporte de material sub-base | m3-Km | 68.317,38 | 0,30 | 20.495,21 |
| Capa de Rodadura h.asfalto=3" (Inc. Impr.) | m2 | 27.302,50 | 10,39 | 283.672,98 |
| Transporte de Base clase I | m3-Km | 870.949,75 | 0,30 | 261.284,93 |
| DRENAJE DE VIAL (Alcantarilla) | | | | |
| Relleno compactado | m3 | 3,30 | 3,01 | 9,93 |
| Replanteo | m3 | 0,87 | 117,59 | 101,95 |
| Acero de refuerzo | Kg | 102,77 | 2,06 | 211,71 |
| Tubería $\phi=40$ "m | u | 1,00 | 139,42 | 139,42 |
| Muros de ala y pantalla | | | | |
| Hormigón simple $f'c=280$ kg/cm2 | m3 | 9,41 | 241,42 | 2.271,76 |
| Acero de refuerzo | Kg | 145,05 | 2,06 | 298,81 |
| SEÑALIZACIÓN VIAL | | | | |
| Pintura reflectiva para señalización | ml | 12.225,00 | 0,33 | 4.034,25 |
| Señales verticales octagonales | u | 3,00 | 136,64 | 409,92 |
| Limite maximo de velocidad | u | 4,00 | 136,64 | 546,56 |
| Señales verticales (0.75x0.75)m | u | 22,00 | 128,15 | 2.819,30 |
| Señales verticales (1.35x0.45)m | u | 2,00 | 136,68 | 273,36 |
| OBRAS AMBIENTAL | | | | |
| Agua para control de polvo | m3 | 400,00 | 4,91 | 1.964,00 |
| Alquiler de baterías sanitarias | u | 3,00 | 200,60 | 601,80 |
| Letreros de señalización | u | 3,00 | 139,48 | 418,44 |
| Implementos - protección de trabajadores | u | 55,00 | 57,82 | 3.180,10 |
| Botiquín de primeros auxilios | u | 2,00 | 85,79 | 171,58 |
| Educación ambiental y charlas | u | 2,00 | 283,44 | 566,88 |
| Total | | | | 1.101.391,08 |

6.3 Conclusiones:

- ✚ La construcción del proyecto vial El Salado - Manantial de Guangala traerá consigo algunos beneficios uno de ellos sería la posibilidad de generarse fuentes de empleo eventuales para habitantes de la zona, de igual manera cuando la vía entre en funcionamiento aportaría con el desarrollo e implementación de los servicios básicos necesarios, en especial para el recinto El Salado.

- ✚ Si bien es cierto que al construirse la carretera se ocasionará ciertas molestias a las poblaciones involucradas, sin embargo prevalece aún más el posterior desarrollo de las actividades agrícolas del sector, así mismo se podría generar un nuevo recorrido de transporte mejorando la comunicación entre dichos pueblos, siendo estos factores los que aporten a mejorar la calidad de vida de la población.

- ✚ El diseño geométrico de la vía se realizó en cumplimiento con las normas y especificaciones establecidas por el MTOP, por lo cual se garantiza el correcto trazado de los alineamientos horizontal y vertical.

- ✚ Para el correcto funcionamiento de la vía en la abscisa 2+300 se requiere la colocación de una alcantarilla circular, complementada con los muros de ala y una loza de hormigón armado de manera que permitirán el adecuado paso del cauce.

- ✚ Con los resultados de los ensayos de suelo realizados se pudo establecer su capacidad portante, obteniendo un CBR de diseño de 7.4%.

- ✚ La estructura de pavimento flexible propuesta estará conformada por los siguientes espesores una subbase de 50cm, una base de 22.5cm y una carpeta de asfáltica de 7.5cm.

- ✚ De acuerdo al análisis de impacto ambiental realizado se puede deducir que los impactos a generarse en su mayoría son negativos pero no muy significativos, los cuales a su vez serán reversibles en un determinado plazo, sin embargo también existirán impactos positivos que beneficiaran a los habitantes estableciendo así la viabilidad del proyecto.

- ✚ El presupuesto referencial presentado tiene un alcance de \$1'101.391,08 para el cual se consideró los valores de salarios mínimos establecidos para el año en curso.

6.4 Recomendaciones

- ✚ Para la construcción de la vía se debe cumplir con las normas y especificaciones de diseño establecidas por el MTOP, las mismas que fueron consideradas en el desarrollo del presente trabajo de tesis.
- ✚ Dentro del trabajo de topografía realizado se colocaron dos hitos referenciales uno al inicio y otro al final de la vía, los mismos que pueden ser utilizados como puntos referenciales para la ejecución del proyecto, cuyas cotas y coordenadas se encuentran especificadas en las libretas topográficas expuestas en el Anexo 1.
- ✚ Debido a que la provincia de Santa Elena no cuenta con yacimientos calificados para la producción de base para carreteras, se recomienda emplear material traído de la ciudad de Guayaquil. Mientras que para la subbase se recomienda utilizar material del río Salanguillo, el cual en referencia a los estudios de suelo realizados por la universidad, cumple con las características de una subbase Clase III, tal como se muestra en el Anexo 9
- ✚ Es aconsejable realizar mantenimientos parciales de la vía y también a la obra de drenaje, garantizando así su correcta funcionabilidad y durabilidad.

Bibliografía

- ✚ ALONZO, L. A. (2005). CARRETERAS, VOLUMEN 8 .UADY. MERIDA - MEXICO.
- ✚ CÀRDENAS, J. C. (2011). DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. millos_neiva.
- ✚ CLIFFORD, B. T. (2013). BORRADOR DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO PROYECTO FACILIDAD PESQUERA ARTESANAL DE VALDIVIA.
- ✚ INEN, 0.-2. R. (2011). SEÑALIZACION VIAL PARTE 2. SEÑALIZACION HORIZONTAL. QUITO: INEN.
- ✚ NEVI -12, M. D. (2013). PROCEDIMIENTO DE OPERACION Y SEGURIDAD VIAL (VOLUMEN 5). QUITO.
- ✚ T.A.M.S, A. (2003). NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. REVISADA POR EL CONSORCIO DE CONSULTORES "LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (NEW JERSEY, USA) - PROTECVIA CIA.LTDA. QUITO - ECUADOR.
- ✚ LIBRO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ING. CARMEN TERREROS DE VARELA e ING. VICTOR MORENO LITUMA
- ✚ DISEÑO DE PAVIMENTOS (AASHTO – 93) Y DIPAV – 2.
- ✚ INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS TOMO 1 - ALFONSO MONTEJO FONSECA.
- ✚ INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA E HIDROLOGIA (INAMHI).
- ✚ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, “CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR”, MONTECRISTI 2008.
- ✚ PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA COMUNA COLONCHE – PROVINCIA DE SANTA ELENA.
- ✚ ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS-ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA LIBERTADOR BOLIVAR DEL CANTÓN SANTA ELENA