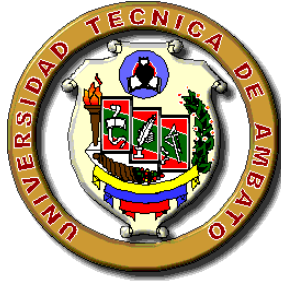


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE

TEMA:

**LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA TULABUG ESCALERA –
COMUNIDAD DE SANTA ANA DE GUAGÑAG, PARROQUIA LICTO,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN
VEHICULAR.**

AUTOR:

Eduardo Javier Pérez Castillo

Ambato - Ecuador

APROBACIÓN POR EL TUTOR

Una vez revisado el informe del proyecto de investigación con el tema **“LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE LA VÍA TULABUG ESCALERA – COMUNIDAD SANTA ANA DE GUAGÑAG, PARROQUIA LICTO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN VEHICULAR”**, presentado por: Eduardo Javier Pérez Castillo, en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el tutor Ingeniero Ibán Mariño.

Para constancia de lo expuesto firma:

Ingeniero Ibán Mariño

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTORÍA DE LA TESIS

La autoría y responsabilidad del contenido de este Proyecto de graduación es exclusivamente de Eduardo Javier Pérez Castillo.

.....

DEDICATORIA

A Dios Padre como infinita fuente de sabiduría por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante mi periodo de estudio, en especial a mis padres y a mi hermana que me han proporcionado su ayuda en momentos difíciles así como su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por los conocimientos recibidos, a los señores Profesores por haber compartido su saber, de manera especial al Ing. Ibán Mariño tutor de tesis, por su valioso aporte y tiempo dedicado al desarrollo de esta investigación.

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma tuvieron que ver con la culminación de la presente tesis.

INDICE

CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis Crítico.....	2
1.2.3. Prognosis.....	3
1.2.4. Formulación del Problema.....	3
1.2.5. Preguntas Directrices.....	3
1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivos General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4. CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	9
2.4.1. Supraordinación de Variables.....	9
2.4.2. Definiciones.....	10
2.5. HIPÓTESIS.....	34
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	34
2.6.1. Variable Independiente.....	34
2.6.2. Variable Dependiente.....	34
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	35
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.3.1. Población o Universo (N).....	36

3.3.2. Muestra.....	37
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	38
3.4.1. Variable Independiente.	38
3.4.2. Variable Dependiente.....	39
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	40
3.6.1. Procesamiento de la información.....	40
3.6.2. Presentación de datos.....	41
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	42
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	42
4.1.1. Análisis de las encuestas	42
4.1.2. Análisis de resultados del estudio Topográfico.....	52
4.1.3. Análisis de resultados del estudio de tráfico.....	52
4.1.4. Análisis de resultados del Estudio de Suelos.	58
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	60
4.2.1. Interpretación de datos de las encuestas.....	60
4.2.2. Interpretación de datos del levantamiento topográfico.	60
4.2.3. Interpretación de datos del estudio de tráfico	60
4.2.4. Interpretación de datos del estudio de suelos.....	61
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	62
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES.....	64
CAPITULO VI: PROPUESTA.....	65
6.1. DATOS INFORMATIVOS.....	65
6.1.1. Características topográficas.....	66
6.1.2. Población	67
6.1.3. Clima general de la zona	67
6.1.4. Análisis socio-económico.....	68
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	69

6.3.	JUSTIFICACIÓN.....	70
6.4.	OBJETIVOS.....	71
	6.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	71
	6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	71
6.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	71
6.6.	FUNDAMENTACIÓN.....	72
	6.6.1. Parámetro de diseño.....	72
	6.6.2. Estructura de la capa de rodadura.....	74
6.7.	METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO	74
	6.7.1. Diseño geométrico de la vía.....	74
	6.7.1.1. Cálculo de tráfico.....	75
	6.7.1.2. Velocidad de diseño.....	89
	6.7.1.3. Velocidad de circulación.....	92
	6.7.1.4. Distancias de visibilidad de parada o frenado y de rebasamiento.....	93
	6.7.1.5. Estudios topográficos.....	102
	6.7.1.6. Sección de la vía.....	103
	6.7.1.7. Alineamiento horizontal.....	107
	6.7.1.8. Alineamiento vertical.....	113
	6.7.1.9. Movimiento de tierra.....	118
	6.7.2. Diseño del Pavimento	125
	6.7.2.1. Cálculo de ejes equivalentes.....	125
	6.7.2.2. Diseño del pavimento flexible Método ASSHTO 93.....	128
	6.7.3. Presupuesto Referencial	146
	6.7.4. Cronograma valorado de trabajo.....	147
6.8.	ADMINISTRACIÓN.....	148
	6.8.1. Recursos económicos.....	148
	6.8.2. Recursos técnicos	148
	6.8.3. Recursos administrativos.....	148
6.9.	METODOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN	148
	BIBLIOGRAFÍA.....	149

ANEXOS.....	150
-------------	-----

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Caminos según la función jerárquica.....	11
Cuadro 2: Tasa de crecimiento del tráfico.....	13
Cuadro 3: Anchos mínimos de calzada.....	20
Cuadro 4: Valores de diseño para el ancho de espaldones.....	21
Cuadro 5: Tamices estándar.....	26
Cuadro 6: Conteo de tráfico.....	53
Cuadro 7: Número de vehículos en zona rural.....	55
Cuadro 8: Número de vehículos (porcentaje).....	55
Cuadro 9: Tasas de crecimiento.....	58
Cuadro 10: Pozos a cielo abierto.....	59
Cuadro 11: Datos ensayos de laboratorio.....	59
Cuadro 12: Resultados de las encuestas.....	60
Cuadro 13: Proyección de tráfico.....	61
Cuadro 14: Datos de ensayos (C.B.R).....	62
Cuadro 15: Coordenadas de la vía.....	65
Cuadro 16: Parámetros climatológicos.....	68
Cuadro 17: Conteo de tráfico.....	77
Cuadro 18: Número de vehículos en zona rural.....	79
Cuadro 19: Promedio de conteo de vehículos.....	79
Cuadro 20: Tasa de crecimiento.....	82
Cuadro 21: Tráfico proyectado.....	88
Cuadro 22: Clases de vía según el tráfico proyectado.....	89

Cuadro 23: Velocidad de diseño.....	91
Cuadro 24: Relación entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación.....	92
Cuadro 25: Distancias de visibilidad mínimas.....	95
Cuadro 26: Elementos de la distancia de visibilidad.....	99
Cuadro 27: Distancia mínima de visibilidad.....	100
Cuadro 28: Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima de rebasamiento.....	102
Cuadro 29: Ancho de la calzada.....	104
Cuadro 30: Radios mínimos de curva para valores límites de e y f.....	110
Cuadro 31: Datos de curva 1.....	113
Cuadro 32: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.....	115
Cuadro 33: Cálculo de curva convexa.....	118
Cuadro 34: Áreas y volúmenes.....	123
Cuadro 35: Factor de daño según el tipo de vehículo.....	126
Cuadro 36: Cálculo del número de ejes equivalentes de 8.2 Tons.....	127
Cuadro 37: Periodo de análisis del pavimento.....	129
Cuadro 38: Porcentaje de ejes equivalentes.....	129
Cuadro 39: Nivel de confiabilidad.....	130
Cuadro 40: desviación estándar.....	131
Cuadro 41: Índices de suficiencia del pavimento.....	133
Cuadro 42: Ensayo método Marshall.....	135
Cuadro 43: Valores de α_1	136
Cuadro 44: Valores de α_2	138
Cuadro 45: Valores de α_3	140
Cuadro 46: Diferentes niveles de drenaje.....	140
Cuadro 47: Valores de m_2 , m_3	141
Cuadro 48: Tanteo del número estructural.....	142

Cuadro 49: Diseño de pavimento flexible método AASHTO 1993.....	143
---	-----

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema de los estados de consistencia.....	27
Gráfico 2: Ubicación de la vía.....	66
Gráfico 3: Esquema de rebasamiento.....	98
Gráfico 4: Bombeo en sección tangente.....	105
Gráfico 5: Bombeo en sección en curva.....	106
Gráfico 6: Curva de transición.....	113
Gráfico 7: Sección transversal típica pavimentada.....	119
Gráfico 8: Secciones transversales típicas.....	120
Gráfico 9: Nomograma para estimar el coeficiente estructural del asfalto.....	135
Gráfico 10: Nomograma para estimar el módulo de resiliencia de la base.....	137
Gráfico 11: Nomograma para estimar el módulo de resiliencia de la sub-base.....	139
Gráfico 12: Esquema del pavimento.....	144
Gráfico 14: Sección típica de la vía.....	145

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto para el mejoramiento de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, localizada en la parroquia de Licto, provincia de Chimborazo, constituye un eje vial de gran importancia debido a que ésta permite el desarrollo de la Comunidad Santa Ana de Guagñag.

El presente trabajo expone la propuesta para el mejoramiento del diseño horizontal y vertical así como de la capa de rodadura para lo cual se han realizado todos los estudios referentes como son: estudios de suelos, estudio del tráfico, diseños según normas establecidas por el MTOP, determinación de la estructura del pavimento y el presupuesto referencial.

La longitud de la vía es de 3802.750 m. la misma que empieza con la unión de la vía a Licto y termina en el centro turístico de la comunidad, el terreno en el que se desarrolla la vía es de topografía montañosa.

El objetivo fundamental del proyecto es mejorar las condiciones de vida de la población que se encuentra en el área de influencia del proyecto, además de beneficiar con nuevos destinos al sector turístico en la Comunidad y de esta manera brindar un traslado rápido y seguro a las personas desde el centro de la comunidad hacia sus destinos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Las condiciones técnicas de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, parroquia Licto, provincia de Chimborazo y su incidencia en la circulación vehicular.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

El desarrollo de la vialidad en el Ecuador está marcado por un lento proceso de cambio tecnológico de la infraestructura, mientras que el transporte se está desarrollando en el país, la administración del sector vial está a cargo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y de los Gobiernos Provinciales que ejecutan obras viales en las regiones bajo su jurisdicción, por lo expuesto hay dos tipos de carreteras: las estatales y provinciales.

La red vial principal abarca carreteras troncales y corredores viales, la red incluye la red terciaria, vecinal y local, las secundarias enlazan la capital provincial, cabeceras cantonales u otros centros poblados de consideración.

En la Provincia de Chimborazo el número de vehículos que circulan por las carreteras se ha incrementado considerablemente en los últimos años por ello es indispensable la dotación de vías terrestres que promuevan el desarrollo de los centros poblados. El gran reto del profesional especializado en vías terrestres es de diseñar, construir, ampliar los

sistemas de redes viales, estableciendo las características geométricas y las condiciones de la vía tomando en cuenta el tráfico y las condiciones socio-económicas de los centros poblados beneficiados directa e indirectamente. Entonces una de las necesidades más imperiosas de las comunidades de Chimborazo es tratar de ampliar y mejorar las vías para permitir un desarrollo socio-económico de la región así como también obtener vías seguras y cómodas para trasladar sus productos, con el consiguiente incremento de la producción.

El sistema vial de la Provincia está constituido en su mayor parte por vías cuya capa de rodadura es de tierra o empedrados, las que están consideradas según la clasificación del M.T.O.P. como vías colectoras, y caminos vecinales, en éstas últimas el tránsito se complica tanto para vehículos como para peatones, esto se debe a la falta de un adecuado sistema de drenaje (cunetas, pasos de agua, alcantarillas).

En la zona norte del cantón Riobamba y la parroquia de Licto se encuentran importantes comunidades que requieren de este mejoramiento vial, donde la mayor parte de su población dedica sus actividades a la agricultura y ganadería, por lo cual la vía es utilizada en su mayor parte por tráfico pesado hacia los mercados del país para la comercialización; a su vez se podrá tener un ahorro de tiempo para llegar de un cantón a otro.

1.2.2. Análisis Crítico

Por disponer de una vía en mal estado en la Comunidad de Santa Ana de Guagñag, los habitantes no poseen un adecuado transporte de sus productos ahí cosechados hacia los cantones y parroquias cercanas por lo cual el costo va a ser mayor.

La capa de rodadura es de lastre que varía a medida que avanza hacia la comunidad de Santa Ana de Guagñag la falta de cunetas ocasiona que la vía se siga deteriorando e inundando en épocas invernales, el camino resulta peligroso por la formación de baches y charcos que presentan un alto riesgo para la circulación de vehículos que sufren daños materiales. Al construirse la vía mejorará la calidad de vida de los habitantes y se facilitará el comercio entre comunidades y parroquias.

1.2.3. Prognosis

Si no se realiza el proyecto de mejoramiento de la vía, la Comunidad de Santa Ana de Guagñag y las poblaciones aledañas no contarán con la posibilidad de transportar los productos y personas en mejores condiciones respecto a la actualidad por el estado de deterioro de la vía, además no dispondrían de una vía alterna en buenas condiciones.

Las comunidades de la zona seguirán con niveles altos de pobreza, no son agricultores competitivos por el costo del transporte, así como por la escasa implementación de procesos de tecnificación y maquinaria de mayor capacidad y tamaño. Lo expuesto no brindará un gran impulso agrícola ya que al contar con una estructura vial deteriorada no resistirá cargas elevadas de tránsito llevándola a su destrucción y dificultando el acceso a campos de cultivo lo cual reduce los precios de los productos y sus habitantes prefieren que se pierdan o a su vez lo proporcionan como alimento para sus animales.

1.2.4. Formulación del Problema

¿Cuáles son las condiciones técnicas de la vía Tulabug Escalera –Comunidad Santa Ana de Guagñag, Provincia de Chimborazo y su incidencia en la circulación vehicular?

1.2.5. Preguntas Directrices

¿Qué características tienen los vehículos y en que cantidad circulan por la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag?

¿Cuál es el estado actual de la capa de rodadura y los elementos de drenaje?

¿Por qué el diseño de la vía es inapropiado?

¿Qué inconvenientes tienen los vehículos de carga y de pasajeros y en qué tiempo circulan por la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag?

¿Qué condición actual tiene la vía?

1.2.6. Delimitación del Objeto de Investigación

➤ Delimitación Espacial

Los estudios de campo se ejecutarán en la comunidad de Santa Ana de Guagñag que se encuentra ubicada en la parroquia de Licto del cantón Riobamba provincia de Chimborazo, con una longitud aproximada de 5 kilómetros.

Los estudios complementarios de laboratorio se realizarán en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

➤ Delimitación Temporal

El presente estudio para el mejoramiento de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag se efectuará en el periodo de abril - octubre 2012.

➤ Delimitación de Contenido

- Ingeniería Civil.
- Proyectos Viales.
- Mejoramiento Vial.
- Diseño Geométrico Vial.
- Topografía.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El mejoramiento de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, como un eje vial entre el cantón Riobamba y la Comunidad Santa Ana de Guagñag en la Provincia de Chimborazo, constituirá la antesala de un proyecto que será uno de los incentivos para el desarrollo socioeconómico de las comunidades. El no tener el servicio de una vía segura, en

buenas condiciones y cómoda en esta localidad agravará el problema de comercialización de los productos que se cosechan en esta zona que muchas de las veces se echan a perder, o suben de costo en los mercados de expendio debido a la especulación de los intermediarios que llegan al productor directo pagando por su cosecha un valor de comercialización por debajo de lo justo desembocando en que los agricultores dejen sus tierras para salir a la ciudad en busca de otras fuentes de trabajo.

El mayor problema que se suscita es que los agricultores de esta zona no llegan con sus productos a los mercados de expendio debido al alto costo de operación y mantenimiento de los vehículos por las deficiencias que presenta la vía en su capa de rodadura, esto es aprovechado por los comerciantes intermediarios los cuales son directos responsables en mayor parte del encarecimiento de los productos en los centros de acopio, además si tomamos en cuenta las exigencias de la gran población existente en la zona, por estas razones es prioritario realizar el mejoramiento integral de la vía.

El estudio de esta alternativa de inversión tiene el objetivo de analizar todos los elementos técnicos y económicos que tienen que ver con la rehabilitación de la obra física, el mantenimiento de la misma, la operación de vehículos, los impactos ambientales y socio-económicos, ante la posibilidad de su ejecución en función de su retorno financiero y del bienestar que ocasionará a la sociedad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivos General

Estudiar las condiciones técnicas de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, Parroquia Licto, Provincia de Chimborazo y su incidencia en la circulación vehicular.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones de la zona.
- Realizar el levantamiento topográfico.
- Diseñar el perfil de la vía.
- Realizar el estudio de suelos.
- Realizar el estudio de tráfico vehicular.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Dentro de este marco, investigaciones anteriores han señalado lo siguiente:

El señor Ángel Caiza que realizó la tesis con el tema de “Análisis de la capa de rodadura de la vía Lligo – Tuhuaicha – San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector”, llegó a la conclusión que si la vía está en malas condiciones afecta los tiempos de recorrido, comodidad y seguridad de las personas por la variación del tipo de superficie de rodamiento. Así como también el pésimo estado de las cunetas o la inexistencia de ellas causa daños a la vía ocasionando erosión superficial en sectores donde la vía se encuentra lastrada.

En la investigación realizada por el señor Oswaldo Cucuri, bajo el tema “Estudio para el mejoramiento de capa de rodadura de la carretera García Moreno desde la entrada a la comunidad de Laturún hasta la comunidad de Cuatro esquinas, en la parroquia San Andrés, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo para satisfacer las necesidades del sector”, señala en las conclusiones que los habitantes de las comunidades creen que el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía es la obra primordial para el desarrollo de la misma. Otra conclusión es que el tráfico es un parámetro que incide directamente en las características de diseño geométrico de la vía.

El señor Oscar Pastuña con el tema de tesis “Análisis de la vía Pacayacu – Juan Cobo – Los Laureles del Cantón La Maná y su relación en el desarrollo socioeconómico de los

recintos”, nos indica en la conclusiones que para la ejecución del estudio y diseño de la vía se debe tomar en cuenta aspectos sociales, económicos, turísticos, la geografía, la producción agrícola, etc.; ya que generará plusvalía al sector e impulsará la economía de la zona. También nos señala que el diseño adecuado de sistemas de sub-drenaje y drenaje mantendrá la resistencia y capacidad portante del suelo de subrazante.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El siguiente estudio se enfoca en el paradigma Crítico – Propositivo ya que la finalidad de la investigación es llegar a saber las causas y efectos negativos que sufren los pobladores del sector antes mencionado, con lo cual podremos señalar los cambios que se pueden efectuar con la ejecución del proyecto, pudiendo así mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

Con una visión más amplia del problema se pueden considerar algunas alternativas de solución para el actual estado de la vía que se puede generar al aplicar cualquier posibilidad de cambio.

La metodología que es aplicable al objeto de estudio es el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía así como también la realización de las obras de arte (alcantarillas, cunetas, etc), esto servirá para eliminar el problema vial que afecta al sector.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

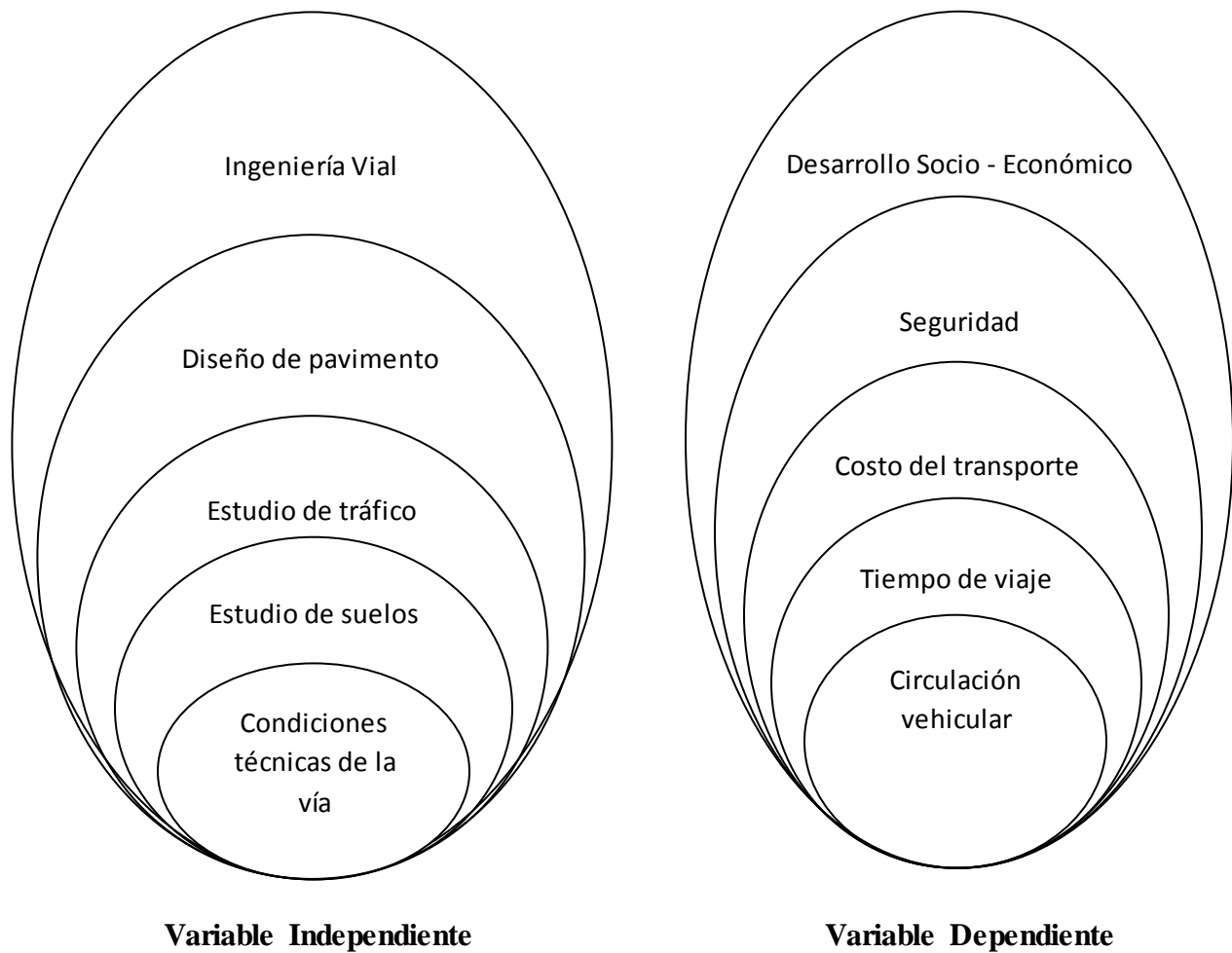
Este estudio vial se basará en los siguientes fundamentos legales:

- ✓ Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO).
- ✓ Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- ✓ Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), 2003.

- ✓ Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- ✓ Normas de diseño del pavimento flexible método AASHTO.

2.4. CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.4.1. Supraordinación de Variables



2.4.2. Definiciones

➤ Clasificación de la red vial estatal del Ecuador

La Red Vial Nacional es el conjunto total de las carreteras existentes en el territorio ecuatoriano, se clasifica según su jurisdicción en Red Vial Estatal, Red Vial Provincial y Red Vial Cantonal.

✓ Red Vial Estatal

Está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, como única entidad responsable del manejo y control.

Dentro de la jurisdicción de la Red Vial Estatal, se definen corredores arteriales a los caminos de alta jerarquía funcional que se constituyen por aquellos que conectan al Continente, a las Capitales de Provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera que sirven para viaje de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controladas; y, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura. También se consideran dentro de la red vial Estatal a las vías colectoras, a los caminos de mediana jerarquía funcional que se constituyen por aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales.

✓ Red Vial Provincial

Es el conjunto de vías administradas por los Consejos Provinciales.

✓ Red Vial Cantonal

Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Consejos Municipales.

✓ **Vías Colectoras**

Son carreteras (clase 1 – 2 - 3 – 4) de acuerdo a su importancia, están destinados a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

✓ **Caminos Vecinales**

Estas vías son las carreteras (clase 4 – 5) que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.

Cuadro 1: Caminos según la función jerárquica

FUNCIÓN	CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
Corredor arterial { →	RI ó RII (autopista)	>8000 TPDA
Colectores { → →	I	3000 – 8000
	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
Caminos vecinales { → →	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente: Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas

➤ **Parámetros de estudio de tráfico**

En los proyectos viales cuando se trata de mejoramiento de carreteras existe (rectificación de trazado), ensanchamiento, pavimentación, etc. En los puntos conectados por vías es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. El volumen de tránsito es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vías un periodo específico de tiempo. Este puede ser horario, diario, semanal, etc.

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

- Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya observación es TPDA.

Para el cálculo de TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. En vías de un solo sentido de circulación el tráfico será contado en ese sentido.
2. En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen del tránsito en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

- Tráfico futuro.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 – 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones del tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad y de los demás datos geométricos del proyecto.

- Crecimiento normal del tráfico actual.

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. De acuerdo a las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOPI 2003), para una vía que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tráfico Existente.- Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

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

En el caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

Cuadro 2: Tasa de crecimiento de tráfico.

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERÍODO	
	1990 - 2000	2000 - 2010
LIVIANOS	5	4
BUSES	4	3.5
CAMIONES	6	5

Fuente: Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Para el cálculo del tráfico proyectado, se aplica al tráfico actual que está expresado en TPDA la siguiente fórmula:

$$T_p = T_a (1 + i)^n \text{ donde:}$$

T_p = Tráfico proyectado

T_a = Tráfico actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años de proyección

➤ **Estudio de drenaje**

El drenaje es un factor importante y de gran trascendencia en el diseño de toda carretera, tanto para su estabilidad como para su conservación.

El estudio de drenaje comprende dos aspectos fundamentales:

1. El drenaje superficial del agua que se escurre sobre el terreno del camino, sea que provenga directamente de la lluvia, de cauces naturales o de aguas almacenadas.
2. La interceptación y control del agua subterránea que fluye lateralmente bajo la influencia de la gravedad o que se eleva verticalmente por efecto de la capilaridad, afectando a la estructura de la carretera.

Drenaje superficial.- Corresponde a lo relacionado con cunetas de coronación, cunetas de plano, canales, alcantarillas y una vez que se a localizado la carretera, hay que considerar dos aspectos básicos como son:

- a. Hidrología: estimación de los caudales máximos de escurrimiento que deben drenar.
- b. Diseño hidráulico: selección de los tipos y tamaños de la estructura, drenaje para servir en los escurrimientos estimados sin que ocurran problemas de socavación o embalsamiento.

- Localización de las alcantarillas.

Para una buena localización de las alcantarillas se debe tomar en cuenta:

Alineamiento.- Corresponde al acomodamiento de la estructura a la topografía del terreno, y de la alcantarilla en la que coincida con el lecho de la corriente, y así poder facilitar la entrada y salida del agua.

Pendiente.- En lo posible debe ser igual a la que lleva la corriente, instalando la alcantarilla de tal forma que su fondo coincida con el lecho de la corriente.

- Cunetas.

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua fluvial de la mitad del camino, el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre por pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas pasan del corte al terraplén, dejando una berma convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es la causa de asentamientos.

Las formas de las cunetas dependen de la cantidad de agua que va a ser escurrida, del ancho del camino y de sus dimensiones.

➤ Normas de diseño geométrico en el Ecuador

Para tener un parámetro de comparación único en el análisis y evaluación del estudio, se adoptará aquel equivalente a caminos vecinales, definiendo así al camino que no reúne todos los requisitos para ser considerada como autopista, carretera de primero, segundo o tercer orden de acuerdo a la nomenclatura vial del país, pero sin embargo van a existir caminos que tengan dos carriles, uno para cada sentido de circulación y otros caminos que el tráfico justifique un solo carril de circulación acoplados con zonas de refugio para el entrecruzamiento de los vehículos. Por esta razón las normas de Diseño deberán basarse en los diversos manuales actualizados que contienen las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras para nuestro país. Ésta permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico (20 años) y las especificaciones geométricas aplicadas.

Capacidad de un Camino

El ingeniero necesita saber cuál es la capacidad práctica de trabajo de un camino tanto para los nuevos que van a construir y en los cuales se pueden prever los volúmenes de tránsito que van a alojar, como para los caminos viejos los cuales pueden llegar a la saturación y entonces requieren la construcción de otro camino paralelo o el mejoramiento del anterior.

La capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada, como la estructura del mismo, es necesario que dicho tránsito sea estimado de la mejor manera posible previniendo cualquier aumento.

La manera de conocer el tipo de tránsito en un camino ya construido no presenta dificultad alguna ya que se reduce de una serie de conteos horarios que indican el volumen de dicho tránsito y su tipo. No sucede lo mismo cuando apenas se está proyectando el camino. En este caso es necesario llevar a cabo estudios geográficos, físicos, socioeconómicos y políticos de la región para poder obtener datos con los cuales proyectar. La capacidad de una carretera se mide generalmente en vehículos por hora y por carril, o bien en vehículos por hora por ambos carriles, en caso de caminos de dos carriles.

Parámetros de Diseño Vial

En el proyecto de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante, ya que a través de éste se establece su configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. En el diseño geométrico de las carreteras se encuentran dos tipos de factores, los factores externos y los internos.

Los factores externos están relacionados, con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los valores ambientales.

Los factores internos definen los parámetros de diseño y los aspectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad y los relacionados con la estética y armonía.

La carretera es una franja longitudinal compuesta de la planta, el perfil y un conjunto de secciones transversales, siendo además una superficie continua y regular transitable. Se toma en cuenta la dimensión horizontal o alineamiento en planta y junto con ella se

considera la cota, se obtiene el perfil longitudinal o diseño geométrico vertical paralelo al mismo. Finalmente, se considera el ancho de la vía asociada a su eje resultando sucesivas secciones transversales, complementándose así la concepción tridimensional de la vía.

La planta está formada por una serie de alineamientos rectos (tangentes) cuya intersección define un ángulo, el mismo que permite la adopción de arcos circulares con distintos radios de curvatura para formar alineamientos curvos.

El perfil forma una línea poligonal que está definida por vértices que permiten la utilización de curvas parabólicas (curvas verticales) con el objeto de redondear estos vértices. De acuerdo al sentido de marcha de los vehículos, el tramo de ascenso se denomina rampa, mientras que cuando desciende se denomina pendiente.

Alineamiento Horizontal

El diseño en planta de una carretera, constituye la ubicación del eje de proyecto sobre la franja de terreno estudiada, sin tener en cuenta las diferencias de altura, entendiéndose por proyecto al diseño de todas las partes de que consta, como su parte geométrica, que es la parte que trata este estudio. El eje de diseño está compuesta por alineaciones rectas (tangentes) y alineaciones curvas (curvas circulares) simples, compuestas, etc. El diseño de las curvas horizontales se lo hace teniendo una relación íntima entre la velocidad de diseño, la curvatura y el peralte.

Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical o perfil vertical, representa el eje de la vía en planta, el cual está formado por alineamientos rectos y curvos. Las pendientes vienen a constituir los alineamientos rectos, mientras que las curvas verticales constituyen los alineamientos curvos.

Las pendientes regulan las velocidades de los vehículos especialmente de los de mayor peso. Por esto es muy importante que exista una relación íntima entre el diseño en planta con el diseño en perfil, para poder determinar las pendientes máximas y mínimas, así como las longitudes máximas de desarrollo aceptables, no se deben tener perfiles inadecuados con el objeto de tener alineamientos horizontales buenos.

Sobreanchos

Se denominan sobreanchos al “aumento en la dimensión transversal de una calzada en las curvas”. Este aumento permite disponer de un espacio adicional para que los vehículos en movimiento por las curvas no tengan problemas de ocupación de la vía, ya que mientras siguen la trayectoria de la curva, el ancho del espacio que ocupa se aumenta con la consiguiente disminución de los espacios laterales.

Pendientes longitudinales

Las pendientes adoptadas en los diseños de las carreteras, dependen directamente de la topografía del terreno, las mismas que deben estar limitadas dentro de un rango normal de valores, que van a depender del tipo de carretera. En el diseño se obtienen pendientes máximas y mínimas.

Pendientes Máximas

Es la mayor pendiente que se utiliza en el proyecto, ésta pendiente tiene un valor que se define por el volumen de tránsito, por su composición, por el tipo de terreno y por la velocidad de diseño.

Longitud Crítica de la Pendiente

Se denomina al valor máximo de longitud que produzca una reducción de velocidad aceptable desde el punto de vista económico, esta velocidad que se reduce es 25 Km/h y se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba.

Pendientes Mínimas

La pendiente mínima no tiene relación con la velocidad ni con la tracción de los vehículos, pero si tiene que ver con el drenaje del agua superficial que cae sobre la carretera, en cuyo caso la pendiente mínima será de 0.5%. Se puede adoptar pendientes del 0% para el caso de rellenos que sobrepasen el metro de altura y cuya calzada tenga un bombeo transversal que permita drenar las aguas hacia las cunetas.

Secciones transversales

El propósito del dimensionamiento vial es determinar las características de la sección típica transversal de la carretera a diseñar, para definir las dimensiones de sus elementos, componentes y sustentada en ellos establecer la sección típica transversal, así como el ancho de la faja de Derecho de Vía.

Con este propósito se utiliza el TPDA pronosticado al año de horizonte del estudio. El número de carriles de una calzada debe adaptarse a las condiciones de intensidad de circulación prevista para la hora de diseño, de acuerdo al nivel de servicio seleccionado.

La sección transversal está compuesta por los siguientes elementos:

Calzada.-También denominada superficie de rodamiento es la “zona de la vía destinada a la circulación de vehículos” de una forma cómoda y segura. Esta calzada por lo general tiene que estar afirmada o pavimentada, dependiendo del tipo de carretera, puede estar dividida en una o más franjas longitudinales denominadas carriles.

Cuadro 3: Anchos mínimos de calzada

ANCHOS DE LA CALZADA		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7.30	7.30
I 3000 a 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 a 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de carreteras”, MTOP-2003

Carriles.-La división de la calzada en varias franjas paralelas, se denominan carriles, los mismos que deben tener un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.

Espaldones.-Son las partes externas que están junto a la calzada.

Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
2. Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento.
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia alguna.

Como funciones complementarias de los espaldones pueden señalarse las siguientes:

1. La descarga del agua que se escurre por la superficie de rodadura está alejada del borde del pavimento, reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura del mismo.
2. Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.
3. Provisión de espacio para trabajos de mantenimiento.

En base a las consideraciones anteriores, el ancho de espaldones, en relación con el tipo de carretera, recomendado para el Ecuador, se indica en el Cuadro N° 2.

Cuadro 4: Valores de Diseño para el ancho de Espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3.0 *	3.0 *	2.5 *	3	3.0 *	2.0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2.5 *	2.5 *	2.0 *	2.5 **	2.0 **	1.5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2.5 *	2.5 *	1.5 *	2.5	2.0	1.5
III 300 a 1000 TPDA	2.0 **	1.5 **	1.0 *	1.5	1.0	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón inferior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente (ver nota 5 del cuadro general de calificación)						

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de carreteras", MOP-2003

Corona.-Es la sección que está formada por la calzada y los espaldones.

Cunetas.-Son zanjas de sección trapezoidal o triangular que pueden estar revestidas o no, que sirven para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes. Estas cunetas se localizan paralelamente a la calzada y junto a los espaldones. Sus dimensiones lo determinan los estudios hidráulicos.

Taludes.-Son superficies laterales inclinadas, que se ubican en las zonas de corte y relleno, las inclinaciones lo determinan los estudios geológicos. En secciones en corte los taludes empiezan a continuación de la cuneta, si la sección es en relleno, el talud se inicia en el borde del espaldón o de la cuneta de ser el caso.

Explanación.-El ancho de la explanación corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la carretera, es decir desde los bordes extremos de las laterales.

Derecho de vía.-Es la faja de terreno que se destina para posibles ensanchamientos, mejoramientos y desarrollos paisajísticos que sean necesarios realizarlos en el futuro.

➤ **Investigación del Suelo**

Resulta imposible descartar la presencia de suelo dentro de la Ingeniería Civil y el desarrollo de ésta en la vida diaria.

El conocimiento racional de la Mecánica de Suelos, produce el resultado deseado cuando la teoría y la práctica se fusionan para hacer un **estudio de suelos** en donde habrán de analizarse las propiedades índice y técnicas del suelo, así como deberá haber una interpretación de los resultados, ya que de ello depende el lineamiento que el proyecto tome, desde luego reforzado con el **criterio y experiencia** del Ingeniero Civil.

a. Recolección de muestras de suelo en el terreno

La obtención de muestras es una de las operaciones más importantes, pues requiere a más del conocimiento de suelos y materiales, la experiencia y criterio para seleccionar los sitios donde deberán ubicarse y determinar la profundidad a la cual habrá de extraerse. La muestra tiene que ser representativa, luego la obtención debe ser cuidadosamente realizada, deben ser protegidas contra la pérdida de humedad introduciéndolas en bolsas plásticas, las muestras pueden clasificarse en:

Muestras alteradas.- Son aquellas cuya estructura ha sido alterada, y se realiza cuando el material que se analice vaya a ser empleado en la construcción de terraplenes.

Muestras inalteradas.- O muestras sin perturbar, aquellas que prácticamente conservan la misma estructura que tenían en el sitio donde fueron extraídas, se obtienen cuando se necesita conocer la estabilidad del terreno para fundición de edificios o en el estudio de taludes.

Muestras integrales.- Son aquellas que representan al menos el 90% de toda la profundidad perforada, se tomarán obligatoriamente en el estudio de suelos para el diseño de SUPER ESTRUCTURAS, tal como centrales hidroeléctricas.

b. Tipo de sondeo

Pozos a cielo abierto.- Conocidos como PCA es un sondeo preliminar, consiste en excavar pozos de dimensiones suficientes para que un técnico pueda directamente bajar y examinar los diferentes estratos de suelo en estado natural, así como darse cuenta de las condiciones precisas referentes a granulometría, compacidad, orientación de las partículas, estratigrafía, nivel freático, contenido natural de humedad, las dimensiones que se recomiendan en la práctica son:

Rectangulares = 1.20 x 0.80 metros

ó circulares = 1.20 a 0.80 metros de diámetro

c. Número y profundidad del PCA

El número y la profundidad de la PCA dependen del tipo de selo y de la importancia de la obra. Sería aconsejable partir de la experiencia local o de estudios anteriores hechos cerca del lugar; con ello se podría fijar el programa de exploración con mayor eficiencia. Si no se dispone de esa experiencia local conviene hacer un sondeo preliminar.

Para proyectos viales el espaciamiento entre PCA debe ser de 500 metros, la profundidad de los pozos a cielo abierto está en función de la presión vertical que causan los vehículos al suelo, por lo tanto no supera 1.50 metros.

Para el caso de la investigación de las propiedades índice y mecánicas en el **campo** se recomienda hacer un PCA de forma rectangular gradeado cada 0.50 metros, hasta 1.50 metros de profundidad, de tal manera que se tomen las muestras en los tres niveles.

d. Ensayos de Laboratorio

El Ingeniero Civil requiere conocer todas las propiedades elementales de los suelos y correlacionarlas con las técnicas tales como la resistencia, la capacidad de carga, la capacidad de soporte, la compresibilidad, permeabilidad, etc. dentro de una aproximación razonablemente considerable.

- **Contenido de humedad**

Es la cantidad de agua que puede encontrarse en la masa del suelo, la que hace aparecer desde un suelo saturado, hasta un suelo relativamente seco, por lo que se hace necesario conocer en qué condiciones puede estar el agua en el suelo.

La relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, es conocida como contenido de humedad y se lo expresa como un porcentaje.

$$w\% = (W_w / W_s) \times 100$$

- **Análisis granulométrico**

Consiste en separar y clasificar el suelo por tamaños y porcentajes de los granos que lo componen, el análisis de las partículas se hace por dos vías:

1. Por vía seca.- Con el método de la GRANULOMETRÍA, usando una serie de tamices.

2. Por vía húmeda.- Mediante los métodos de HIDROMETRO y SIFONEADO, utilizados generalmente para suelos de partículas finas como las arenas finas pobremente graduadas, los limos y las arcillas.

Para el método de la granulometría por tamices, la cantidad de suelo requerida para este ensayo depende de la cantidad de finos que contenga.

- Suelos arcillosos y limosos.....200 a 500 gr.
- Suelos arenosos.....500 a 1000 gr.
- Suelos gravosos.....5000 a 10000 gr.

Cuadro 5: Tamices estándar

TYLER STANDARD		US. BUREAU STANDARD	
MALLA	ABERTURA	MALLA	ABERTURA
NÚMERO	mm	NÚMERO	mm
3"	76.200	4"	101.600
2"	50.800	2"	50.800
-	26.670	1"	25.400
-	18.850	¾"	19.100
-	13.320	½"	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
N 3	6.680	¼"	6.350
N 4	4.699	N 4	4.760
N 6	3.327	N 6	3.360
N 8	2.362	N 8	2.380
N 10	1.655	N 10	2.000
N 20	0.833	N 20	0.500
N 35	0.417	N 35	0.420
N 60	0.246	N 60	0.298
N 100	0.147	N 100	0.149
N 200	0.074	N 200	0.074

Fuente: Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas

La **fase sólida** tiene una marcada influencia en el comportamiento mecánico, de allí la necesidad de conocer en detalle el tamaño, la forma, la estructura y todas las características de los sólidos en el suelo.

Los suelos granulares presentan un comportamiento favorable para la Ingeniería Civil, sin embargo se destacará que son susceptibles a acomodarse o densificarse por procesos de compactación y su resistencia aumentará, si se han eliminado las partículas finas, dejan pasar agua y se convierten en excelentes materiales de filtro.

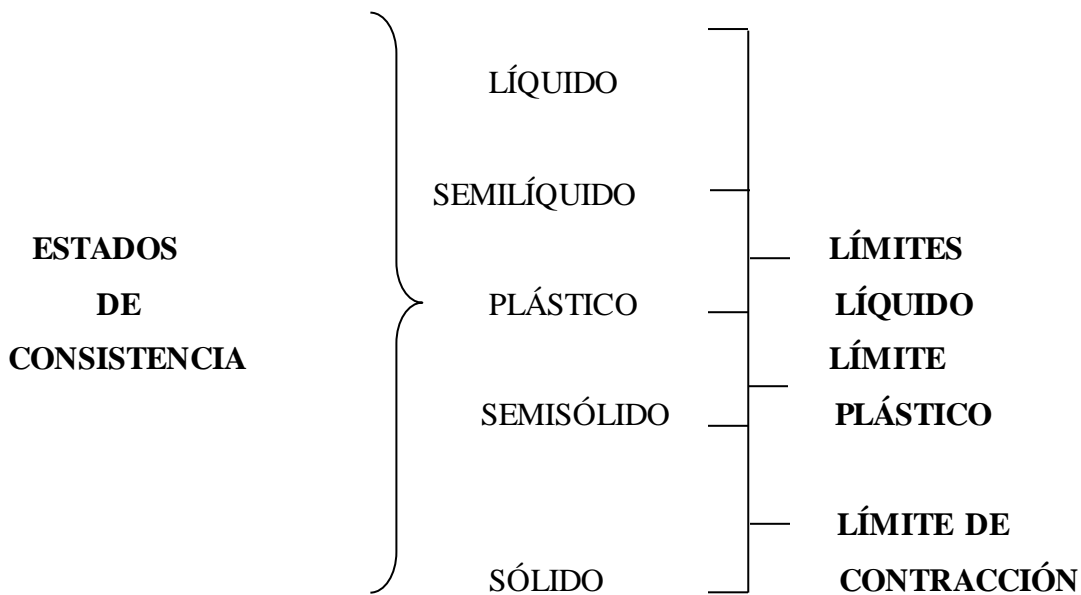
Los suelos cohesivos en cambio presentan un comportamiento desfavorable, altos contenidos de humedad, cuya eliminación produce consolidación, asentamiento y deformaciones de considerable magnitud.

- **Límites de consistencia**

Tiene como objetivo fundamental la determinación de los límites de plasticidad, específicamente la determinación del límite líquido y límite plástico que facilitan la clasificación correcta de los suelos analizados, los valores de los límites son indicativos de alta o baja compresibilidad.

La **fase líquida**, según el contenido de agua en un suelo se pueden determinar los estados de consistencia: líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido.

Gráfico 1: Esquema de los estados de consistencia.



Fuente: Mecánica de Suelos de Juarez Badillo

Límite Líquido (LL).- Es el contenido de humedad del suelo en la frontera entre un estado semilíquido y plástico. Su determinación es un procedimiento de laboratorio por el cual las coordenadas entre número de golpes de la copa de casa grande versus el contenido de humedad permiten graficar en un papel semilogarítmico la **Curva de Escurrimiento**.

El contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes, debe tomarse como Límite Líquido del suelo, y que teóricamente significa que el suelo alcanza una resistencia al corte: $S = 0.25 \text{ gr/cm}^2$.

La pendiente de la curva de escurrimiento define la resistencia al corte, una pendiente pronunciada significa que el suelo tiene alta resistencia; por el contrario una pendiente mínima significa que la resistencia al corte será baja.

Límite Plástico.- Es el contenido de humedad en la frontera entre el estado plástico y semisólido. El w_p o LP se calcula igual que un contenido de humedad promedio, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando éstas tienen tal cantidad de agua que empiezan a resquebrajarse.

- **Compactación**

El hombre ha tenido que buscar alternativas técnicas para desarrollar la compactación, y eso se ha logrado por incremento del PESO VOLUMÉTRICO y que reduzca al máximo la relación de vacíos de aire, haciendo que el suelo se vuelva impermeable pese a tener cierto contenido de humedad.

De lo anterior se establecen dos parámetros fundamentales en la compactación de los suelos y son: Peso volumétrico máximo o máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

La masa del suelo generalmente tiene un comportamiento favorable para la Ingeniería Civil, cuando de un estado seco empieza a absorber agua. La absorción no es infinita, sino que tiene un LÍMITE hasta donde las características del suelo son excelentes.

Al absorber dicho límite el suelo empieza a ablandarse y las propiedades técnicas decrecen aceleradamente, a los rangos de absorción de agua y de exceso de agua se conocen como FASE DE ABSORCIÓN y FASE DE SATURACIÓN.

- Pesos volumétricos ALTOS, significa que el suelo está muy compacto o ha sido pre-consolidado.
- Pesos volumétricos BAJOS, significarán que el suelo tiene gran cantidad de agua, por lo tanto será muy compresible, de poca resistencia, deformable e inestable.

Como existe relación directa entre el peso volumétrico y la densidad, entonces se puede establecer que: si el peso volumétrico es alto, la densidad seca también lo será, si el peso volumétrico es bajo, la densidad seca será también baja.

Los suelos con más alta densidad serán los más resistentes, por lo contrario, los suelos con baja densidad serán suelos inestables que tenderán a densificarse y asentarse en magnitudes considerables.

Energía de compactación / ensayos.- La compactación de los suelos depende de la energía usada, así tenemos dos métodos de compactación: El ensayo Próctor Estándar cuando se requiere menos trabajo o energía de compactación (AASHTO T-99).

Con el transcurso del tiempo y con el apareamiento de maquinaria más pesada y eficaz para compactar suelos en el campo, aparece el ensayo Próctor Modificado (AASHTO T-180) es el más utilizado.

Los dos Métodos Próctor Estándar y Modificado consisten en compactar el suelo en tres a cinco capas dentro de un molde especificado por medio de golpes de un pisón que se deja caer desde una altura dada.

- **Capacidad de soporte del suelo o CBR**

El C.B.R. (California Bearing Ratio), es una medida relativa de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de humedad y densidad, cuidadosamente controlados que tiene aplicación para el diseño de diferentes obras civiles, especialmente las vías terrestres.

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada.

La resistencia de un suelo varía de acuerdo a su densidad, contenido de agua cuando se compacta y el que tiene al momento de ser ensayado. Por lo tanto para reproducir las condiciones de la obra en el laboratorio, estos factores deben controlarse cuidadosamente al preparar las muestras.

Por lo general y con el fin de representar en el laboratorio la condición más crítica que pudiera presentarse en el terreno, los ensayos de C.B.R. se realizan sobre muestras saturadas, condición que es evidentemente representativa en zonas sujetas a la penetración de las heladas durante el invierno y la consecuente acumulación posterior de agua en el suelo durante el deshielo en primavera, condiciones que se presentan en las carreteras del país simplemente por la variación de la temperatura entre el día y la noche.

➤ **Pavimentos**

Se puede considerar como una estructura, constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y construida técnicamente con el objeto de brindar el tránsito de vehículos de una manera rápida, cómoda, eficiente y económica.

a. Características funcionales o superficiales de los pavimentos.

- Resistencia al deslizamiento, dependerá de la textura superficial de la capa de rodadura.
- Regularidad superficial tanto en sentido transversal como longitudinal, dependiendo de la magnitud de las longitudes de onda afecta la comodidad de los usuarios.
- Nivel de ruido que ocasionan los vehículos al transitar, el cual afecta a los pasajeros y al medio exterior a ellos.

- Propiedades de reflexión luminosa, muy importantes durante la conducción en las horas de la noche, también para el correcto diseño de los elementos de iluminación.
- Facilidad de drenaje superficial, con el fin de disminuir la posibilidad de salpicaduras que disminuyen la seguridad en la operación.

b. Funciones de una estructura de pavimentos.

La estructura debe proporcionar al usuario una superficie de rodadura que sea segura, cómoda y cuyas características permanezcan durante el periodo de servicio.

Los pavimentos deben tener una textura apropiada para el rodamiento con una fricción tal que su superficie de rodadura, evite el deslizamiento y un color adecuado para evitar los reflejos y deslumbramientos.

El pavimento debe ser resistente a la fatiga ocasionado por las cargas del tránsito previsto durante un periodo suficientemente largo de tiempo y la fatiga producida o generada por la intemperie.

Finalmente repartir las presiones verticales ejercidas por las llantas de los vehículos de tal manera que a la subrasante solo llegue una pequeña fracción, compatible con su capacidad de soporte, además protegerla de la acción del clima; precipitaciones, cambios de temperatura, acción erosiva del viento, heladas y deshielos, entre otros.

Factores que afectan el diseño, construcción y comportamiento de los pavimentos.

a. Localización de la estructura de pavimento.

- ✓ La sección transversal de la vía en corte o relleno, influye principalmente en las condiciones de drenaje de la vía y en el procedimiento constructivo.

- ✓ La posición del Nivel Freático, influye en la variación de la humedad en la subrasante y cambios en su resistencia.
- ✓ Cuando el proyecto se encuentra en zonas de continuos deslizamientos, es necesario estudiar la factibilidad económica de cambiar su localización.

b. Características de la capa de subrasante o suelo de fundación.

La subrasante es mucho más deformable que las demás capas que constituyen un pavimento, por tanto es necesario realizar todos los estudios con el propósito de poder conocer su capacidad de soporte o la resistencia a la deformación producida por los esfuerzos inducidos por el tránsito.

Igualmente se deben tener en cuenta los posibles cambios en el contenido de agua los que serán más críticos si la subrasante presenta características expansivas.

c. El clima.

Influye directamente en el programa de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento.

- ✓ Los niveles de precipitación inducen a cambios continuos en el nivel de las aguas freáticas y en los programas de construcción.
- ✓ Los cambios bruscos de temperatura inducen a esfuerzos en las losas de concreto hidráulico muchas veces mayores a los producidos por las cargas de tránsito.
- ✓ Es igualmente importante el conocimiento de otros índices regionales como: humedad, vientos, nubosidad, los cuales son utilizados en algunos métodos de diseño de los espesores de las capas de la estructura de pavimento.

d. El tránsito.

Las cargas de tránsito van a inducir deformaciones en las capas que conforman la estructura del pavimento. Las deformaciones de tipo plástico van a permanecer en el pavimento después que haya cesado la carga deformadora. Las deformaciones elásticas son de recuperación casi instantánea.

Por lo tanto se hace necesario el conocimiento de las principales características de tránsito, a saber:

- ✓ El peso de los vehículos.
- ✓ La disposición de las llantas.
- ✓ La presión y área de contacto máxima de las llantas.
- ✓ El número de aplicaciones de carga y la acumulación de los efectos en la estructura son fundamentales para el cálculo del espesor del pavimento.
- ✓ La velocidad de aplicación de las cargas.
- ✓ Las características del tránsito durante la construcción, para evitar el deterioro de las capas del pavimento en ejecución.

e. Factores intrínsecos.

Existen otros factores que van a afectar de manera significativa el proyecto de la estructura de un pavimento, entre los más importantes tenemos:

- ✓ El entorno o medio ambiente.
- ✓ La calidad de los materiales utilizados en la construcción.
- ✓ La deformabilidad de las distintas capas que conforman la estructura del pavimento.
- ✓ La durabilidad del conjunto (periodo de diseño).
- ✓ El costo.
- ✓ El programa de conservación.
- ✓ Las dimensiones de la obra.

- ✓ El equipo disponible y la experiencia de las constructoras.
- ✓ Medidas de política regional, local o nacional.

2.5. HIPÓTESIS

El diseño geométrico de la vía y el diseño de la capa de rodadura como estudio fundamental para mejorar la circulación vehicular por la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, parroquia Licto, provincia de Chimborazo.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variable Independiente

Diseño geométrico de la vía y el diseño de la capa de rodadura de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag parroquia Licto, provincia de Chimborazo.

2.6.2. Variable Dependiente

Mejorar la circulación vehicular.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de campo.- Para el análisis de la capa de rodadura hay información que necesariamente se la obtuvo en el campo como; tipo de suelo de fundación que soporta la estructura de la vía actual, condiciones de drenaje y volumen de tráfico entre los más importantes.

Investigación bibliográfica.- La información que se recopiló es: registro de la condición climatológica y ecológica de la zona, número de habitantes del sector, de igual manera intervino la investigación descriptiva ya que se analizaron las condiciones actuales de la vía.

Investigación experimental.- Se empleó la investigación aplicada ya que los resultados del análisis de la capa de rodadura de la vía Tulabug Escalera Comunidad Santa Ana de Guagñag, intervienen en la solución del problema.

Investigación de laboratorio.- Se analizaron las muestras de suelos recolectadas en la vía y se determinó el contenido de humedad, granulometría, capacidad de soporte (CBR).

Investigación Especial.- Por las malas condiciones de la vía existente se ha optado por realizar una adecuación tanto en el aspecto geométrico como en la capa de rodadura por lo que se hace indispensable esta investigación.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación para el proyecto serán: exploratorio, descriptivo, explicativo y asociación de variables.

Exploratorio.- Se logró reconocer el mal estado de la vía Tulabug Escalera – Comunidad de Santa Ana de Guagñag y se generó una relación entre el cambio de capa de rodadura de la vía y la calidad de vida de los habitantes, permitiendo que se plantee la hipótesis de trabajo y así se determinó la posible solución.

Descriptivo.- El rediseño de la geometría y el diseño del pavimento de la vía mejorarán la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de Santa Ana de Guagñag. El aumento del flujo vehicular permitirá la comercialización de productos y reducción en tiempo de recorrido.

Explicativo.- Por el mal estado de la vía se generan problemas y necesidades entre la Comunidad de Santa Ana de Guagñag con las demás comunidades y parroquias a su alrededor.

Asociación de variables.- Se determinará la transición que tendrá la calidad de vida de los habitantes del sector al realizar el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía. Esta variación de verá reflejada en la reducción de tiempo de recorrido y en la recuperación de la vía que actualmente se encuentra en mal estado.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población o Universo (N)

Para este proyecto se considera la siguiente población de la Comunidad Santa Ana de Guagñag.

Número de viviendas = 90

Población = 360 habitantes.

3.3.2. Muestra

Debido a que la población es conocida, la muestra se calcula con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

donde:

n = Tamaño de la muestra de la población.

E = Error de muestreo (5%).

N = Población o Universo.

$$n = \frac{360}{0,05^2(360 - 1) + 1}$$

$$n = 190$$

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Variable Independiente.

Diseño geométrico de la vía y diseño de la capa de rodadura de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items básicos	Técnicas e Instrumentos
El diseño geométrico de una vía es mejorar las características de la misma y permitir la circulación de vehículos.	Diseño geométrico de la vía.	- Horizontal. - Vertical.	¿Cuál es el apropiado rediseño de la vía?	Técnica de observación. Encuesta.
El diseño de la capa de rodadura da una adecuada estructura que mejora el estado de la vía.	Diseño de la capa de rodadura.	- Subbase. - Base. - Carpeta asfáltica.	¿Cuál es el diseño de la capa de rodadura?	Técnica de observación. Normas MTOP. Normas y especificaciones para el diseño de pavimentos.

3.4.2. Variable Dependiente.

Mejoramiento de la circulación vehicular.

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Items básicos	Técnicas e instrumentos
La circulación vehicular se refiere al libre paso de los vehículos de transporte de carga y de personas.	Eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de viaje. - Costo de transporte. 	<p>¿Cuál es la mejor forma de tener una eficiente circulación vehicular?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Técnicas de Observación. -Encuesta.
	Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> - Señalización. - Guarda vías. 	<p>¿Cuál es la apropiada manera de dar seguridad en la vía?</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Técnicas de Observación. -Observación directa. -Encuesta.

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el plan de recolección de información se inició con la investigación bibliográfica y documental, para lo cual se acudió a la Biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato, al Ministerio de Transporte y Obras Públicas y por último al Gobierno de la Provincia de Chimborazo con la finalidad de obtener información de las diferentes técnicas relacionadas con el tema de investigación, se consultó la mayor parte de la información en documentos técnicos, tesis, libros e internet, en los cuales se encontró información actualizada.

Se realizaron encuestas en los hogares y propiedades de la comunidad de Santa Ana de Guañag, se obtuvo información desde el punto de vista social.

El conteo manual de vehículos se lo hizo en el inicio de la vía y se determinó el tipo y número de vehículos que transitan en ambos sentidos de la vía.

Para el diseño de la vía se ejecutó el levantamiento topográfico con la utilización de la estación total marca Trimble modelo M3 de 5", y un receptor satelital marca Magellan modelo Triton 300, los mismos que generaron la información necesaria para la elaboración del proyecto.

Las muestras de suelo se tomaron de los pozos a cielo abierto que se hicieron a un costado de la vía a una distancia de 500 metros entre ellos, cuyas muestras fueron procesadas en el laboratorio de Suelos de la Universidad Técnica de Ambato y nos dio como resultado la resistencia del suelo.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 Procesamiento de la información

Se ejecutó una revisión crítica de la información recogida de las variables, es decir la información incompleta o contradictoria se desechó, las respuestas a cada pregunta de la

encuesta fueron tabuladas y representadas gráficamente en forma clara y precisa para su análisis e interpretación.

De la misma manera el conteo de vehículos en ambos sentidos fue tabulado y se presentará en formatos de fácil comprensión.

Para los resultados de los ensayos de suelos se utilizaron los formatos establecidos por el laboratorio.

3.6.2 Presentación de datos

Para el análisis de los resultados de las encuestas se ha utilizado gráficos para representar las respuestas de las diferentes preguntas que se han realizado a los moradores de la comunidad.

Los resultados de tráfico y suelos son presentados en cuadros en los cuales se resumen todos los datos obtenidos en el campo así como también los datos calculados.

El levantamiento topográfico, diseño horizontal, diseño vertical y perfiles de la vía se presenta en planos en el Anexo 6.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

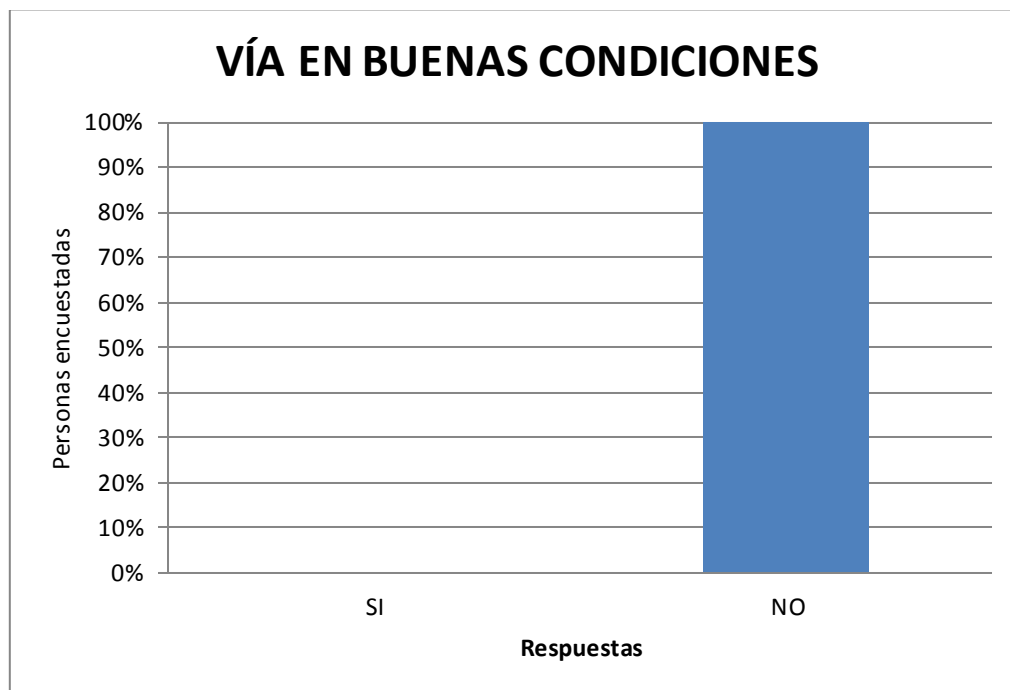
4.1.1. Análisis de las encuestas

Las encuestas se realizaron a un promedio de 190 personas entre ellas hombres y mujeres las mismas que nos proporcionaron datos verídicos del sector y sus inconvenientes en el acceso a la comunidad.

Pregunta 1

¿Cuenta con una vía de acceso en buenas condiciones su comunidad?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	0	0
NO	190	100
Total	190	100



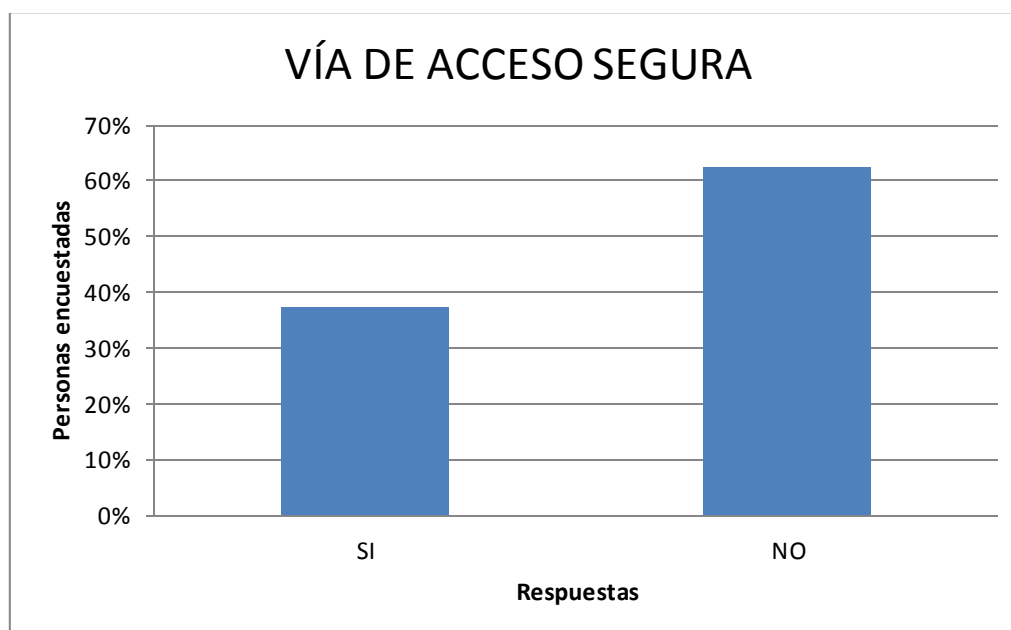
Conclusión:

El 100% de las personas encuestadas dan a conocer que no poseen una vía en buenas condiciones, por ello se necesita realizar un mejoramiento de la misma en todos sus aspectos.

Pregunta 2

¿La vía de acceso es segura para poder transitar por ella?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	71	37.37
NO	119	62.63
Total	190	100



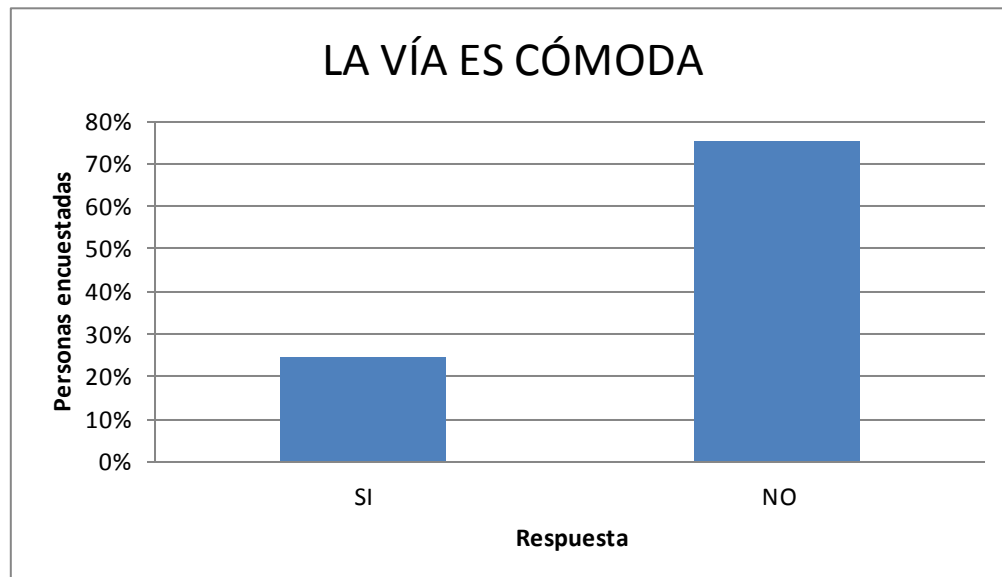
Conclusión

El 37.37% de las personas encuestadas creen que la vía si es segura para poder transitar, y el 62.63% aseguran no poder trasladarse de su comunidad hacia otras partes.

Pregunta 3

¿Es cómoda la vía para llegar a su destino?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	47	24.74
NO	143	75.26
Total	47	24.74



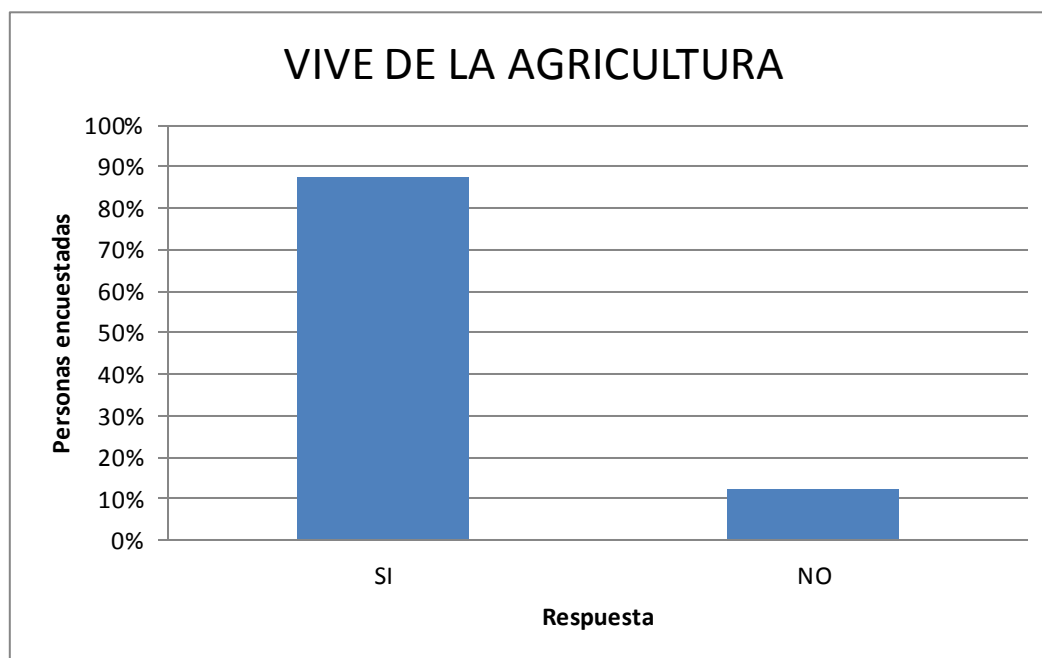
Conclusión

El 24.74% de los encuestados manifiestan que la vía si es cómoda para poder transitar por ella, el 75.26% cree que la vía no es cómoda ya que existen algunos tramos que tienen baches.

Pregunta 4

¿Usted vive de la agricultura?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	166	87.37
NO	24	12.63
Total	190	100



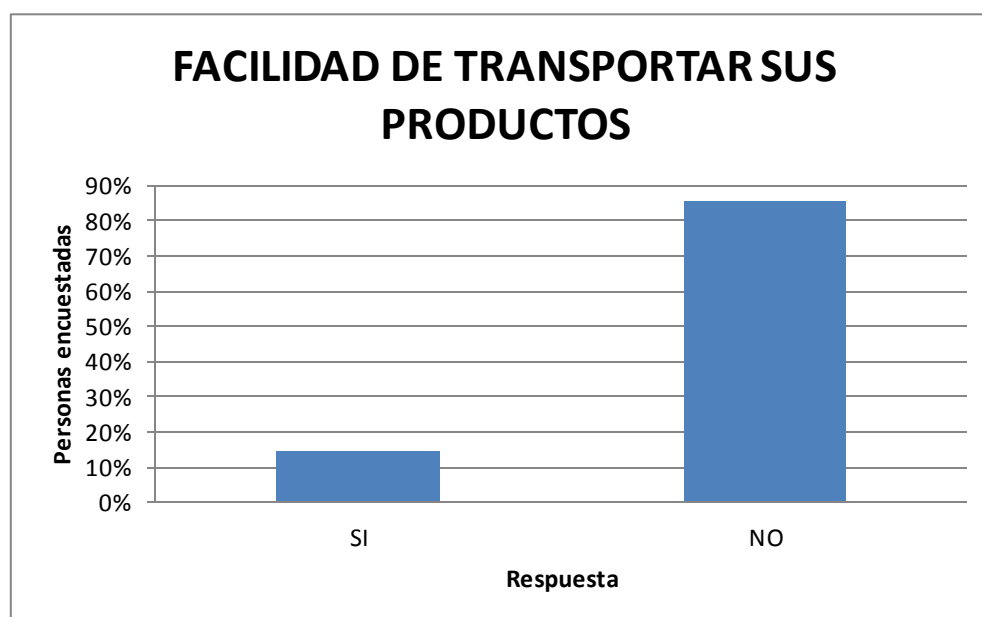
Conclusión

Según las personas encuestadas el 87.37% de ellas viven de la agricultura y con la vía en mal estado no poseen la facilidad para transportar los productos ahí cosechados, el 12.63% subsisten de lo que sus hijos les envían ya que han emigrado hacia otras partes dentro o fuera del país.

Pregunta 5

¿Tiene la facilidad de transportar sus productos?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	24	14.46
NO	142	85.54
Total	166	100



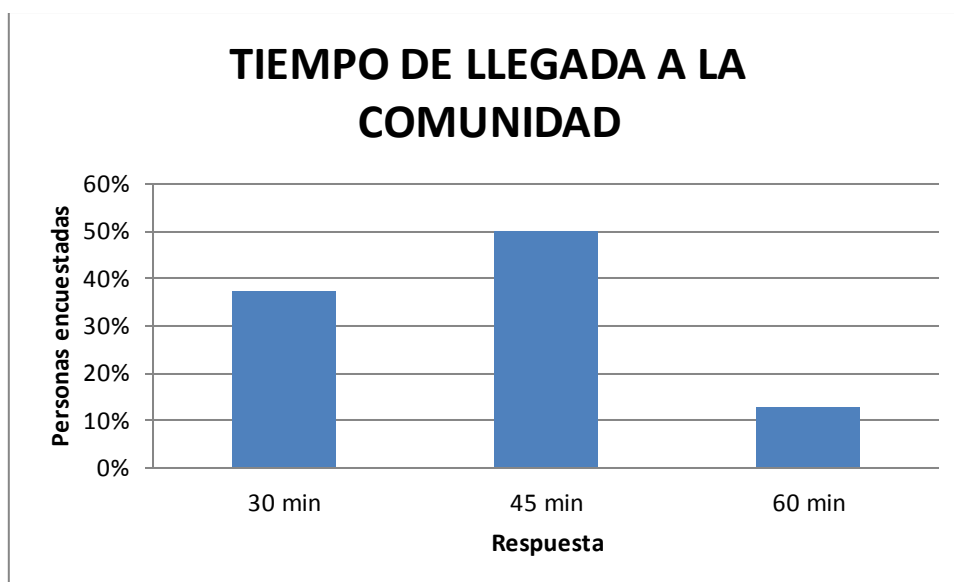
Conclusión.

Esta pregunta se hizo a 166 personas que viven de la agricultura, el 14.46% dijeron que si tienen la facilidad de transportar sus productos y el 85,54% indicaron que les resulta muy difícil debido al mal estado de la vía, no pueden encontrar con facilidad el transporte.

Pregunta 6

¿Qué tiempo tarda en llegar a su comunidad en el estado actual de la vía?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
30 min	71	37.37
45min	95	50
60min	24	12.63
Total	190	100



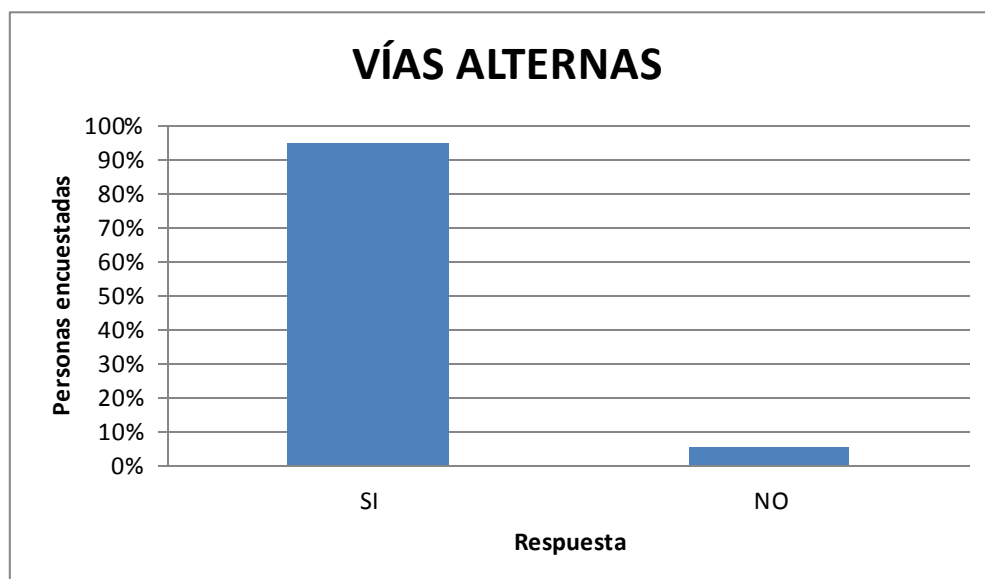
Conclusión

El 37.37% de los encuestados dieron a conocer que se demoran 30 minutos en llegar a sus domicilios, el 50% se demora 45 minutos y el 12,63% se demora más de 60 minutos ya que ellos tienen que caminar porque la vía está en mal estado y no transitan con mucha frecuencia vehículos que les pueda llevar a su destino.

Pregunta 7

¿Posee vías alternas su comunidad?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
SI	180	94.74
NO	10	5.26
Total	190	100



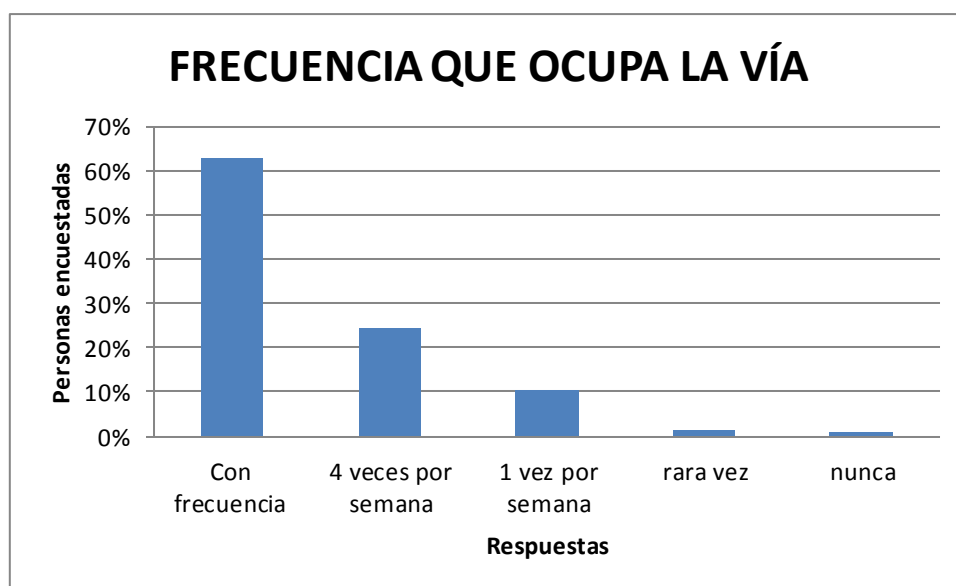
Conclusión

El 94.74% de las personas encuestadas dieron a conocer que si existen vías alternas de comunicación con la comunidad pero que se encuentran en peor estado que la vía principal y el 5.26% de las personas desconocen otras vías de acceso a la comunidad.

Pregunta 8

¿Con qué frecuencia ocupa la vía?

Respuestas	N° Personas	Porcentaje (%)
Con frecuencia	119	62.63
4 veces por semana	46	24.21
1 vez por semana	20	10.53
Rara vez	3	1.58
Nunca	2	1.05
Total	190	100



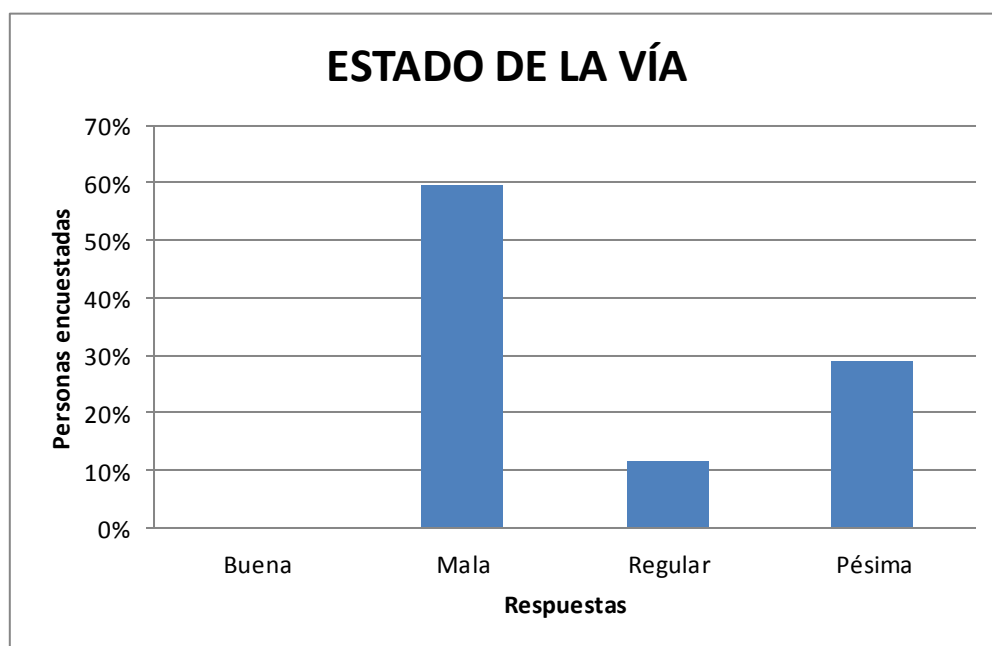
Conclusión

El 62.63% de la comunidad transita por la vía con frecuencia, el 24.21% la emplea cuatro veces por semana, el 10.53% la utiliza una vez por semana ya que salen solo un día a vender sus productos, el 1.58% rara vez transita por la vía porque no tienen necesidad de salir de la comunidad y por último el 1.05% de los habitantes nunca utiliza la vía ya que son personas mayores y no tienen la facilidad de salir.

Pregunta 9

¿En qué estado se encuentra la vía?

Respuesta	N° Personas	Porcentaje (%)
Buena	0	0
Mala	113	59.47
Regular	22	11.58
Pésima	55	28.95
Total	190	100



Conclusión

El 0% de las personas de la comunidad piensan que la vía no es buena ya que posee demasiados baches y cuando llueve es casi imposible transitar por ella, el 59.47% dice que la vía es mala, el 11.58% cree que es regular y el 28.95% especula que la vía es pésima.

4.1.2. Análisis de resultados del estudio Topográfico.

El Proyecto de Diseño Geométrico de la vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag, Parroquia Licto, Provincia de Chimborazo, se realizó en las etapas de proyecto conceptual, diseño de alineamientos horizontal, vertical y sección transversal, un aspecto fundamentalmente importante es la topografía aplicada al Diseño de Carreteras para el Diseño Geométrico y su realización.

Para iniciar el proyecto de Diseño Geométrico, se realizó un reconocimiento de la ruta con el objetivo de examinar la zona y obtener datos generales que sean convenientes para el diseño. El criterio que se utilizó fue realizar el estudio sobre la ruta actual tomando en cuenta construcciones, colindantes, postes y demás detalles para el diseño horizontal y vertical del proyecto, adaptándose en lo posible a las condiciones existentes.

Adjunto en el **ANEXO 2** los resultados del levantamiento topográfico.

4.1.3. Análisis de resultados del estudio de tráfico.

a. Tráfico actual

El conteo de tráfico se realizó en la abscisa 0+000, durante la semana del 06 al 12 de agosto del 2012, por un periodo de diez horas (07:00 a 17:00 horas), donde se pudo observar que el mayor flujo vehicular es el día sábado ya que este día hay ferias en los sectores aledaños a la comunidad.

Cuadro 6: Conteo de tráfico.

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA:		11 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADAY SALIDA		ENCUESTADOR: Eduardo Pérez	
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	2	1	2	0	0	5	
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	3	
7:30 - 7:45	1	1	1	0	0	3	
7:45 - 8:00	2	0	1	0	0	3	14
8:00 - 8:15	2	0	2	0	0	4	13
8:15 - 8:30	1	0	1	0	0	2	12
8:30 - 8:45	2	1	1	0	0	4	13
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	12
9:00 - 9:15	2	1	1	0	0	4	12
9:15 - 9:30	1	0	1	0	0	2	12
9:30 - 9:45	0	0	1	0	0	1	9
9:45 - 10:00	2	0	1	0	0	3	10
10:00 - 10:15	0	0	1	0	0	1	7
10:15 - 10:30	1	1	1	0	0	3	8
10:30 - 10:45	3	0	1	0	0	4	11
10:45 - 11:00	0	0	1	0	0	1	9
11:00 - 11:15	2	0	1	0	0	3	11
11:15 - 11:30	0	1	2	0	0	3	11
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	2	9
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	9
12:00 - 12:15	2	1	2	0	0	5	11
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	10
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	9
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	10

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA:		11 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA		ENCUESTADOR: Eduardo Pérez	
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	
1:00 - 1:15	2	0	1	0	0	3	8
1:15 - 1:30	2	0	1	0	0	3	9
1:30 - 1:45	0	1	1	0	0	2	10
1:45 - 2:00	1	0	2	0	0	3	11
2:00 - 2:15	1	0	1	0	0	2	10
2:15 - 2:30	0	1	1	0	0	2	9
2:30 - 2:45	2	0	2	0	0	4	11
2:45 - 3:00	1	0	1	0	0	2	10
3:00 - 3:15	2	0	1	0	0	3	11
3:15 - 3:30	0	0	1	0	0	1	10
3:30 - 3:45	1	1	1	0	0	3	9
3:45 - 4:00	2	0	0	0	0	2	9
4:00 - 4:15	1	0	1	0	0	2	8
4:15 - 4:30	2	1	0	0	0	3	10
4:30 - 4:45	1	0	1	0	0	2	9
4:45 - 5:00	1	1	1	0	0	3	10
5:00 - 5:15	1	0	1	0	0	2	10
5:15 - 5:30	2	1	0	0	0	3	10
5:30 - 5:45	1	0	1	0	0	2	10
5:45 - 6:00	2	1	0	0	0	3	10

Fuente: El autor

Para vías urbanas tenemos que el porcentaje del TPDA es del 8% al 12% y para vías rurales es del 12% al 18%. Como la vía se encuentra en una zona rural vamos a escoger un valor medio el cual va a ser del 15%.

Cuadro 7: Número de vehículos en zona rural

TIPO DE VEHÍCULO	# hora pico	PORCENTAJE	#
LIVIANOS	7	15%	47
BUSES	2	15%	13
PESADOS	5	15%	33
TOTAL			93

Fuente: El autor

Cuadro 8: Número de vehículos (porcentaje)

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
47	13	33	93
50%	14 %	36%	100.00 %

Fuente: El autor

Además se realiza un análisis de los diferentes tipos de tráfico que se van a presentar durante la vida útil de la vía, con lo cual se determina el tráfico del proyecto utilizando la siguiente expresión propuesta en el manual de ingeniería de transportes.

El TPDA no solo va a ser del conteo de vehículos realizados en campo sino que al momento de realizar el mejoramiento de la vía va a aumentar diferentes tipos de tráfico los cuales lo debemos sumar al tráfico actual como se muestra a continuación:

$$\text{TPDA} = \text{TPDA actual} + \text{Tráfico Desviado} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

- **Tráfico desviado**

Para el tráfico desviado vamos a utilizar la siguiente fórmula:

Tráfico Desviado = TPDA actual por el 10%

Livianos

$$\text{TPDA Desviado} = 47 \times 0.1 = 5$$

$$\text{TPDA Desviado} = 5 \text{ vehículos/día.}$$

Buses

$$\text{TPDA Desviado} = 13 \times 0.1 = 1$$

$$\text{TPDA Desviado} = 1 \text{ vehículos/día.}$$

Pesados

$$\text{TPDA Desviado} = 33 \times 0.1 = 3$$

$$\text{TPDA Desviado} = 3 \text{ vehículos/día.}$$

- **Tráfico generado**

Es el tráfico atraído y tenemos la siguiente fórmula:

Tráfico Generado = 20 % del TPDA actual

Livianos

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 47 = 9$$

$$\text{Vehículos/día TRAFICO GENERADO} = 9 \text{ Vehículos/día}$$

Buses

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 13 = 3$$

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 3 \text{ Vehículos/día}$$

Camiones

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 33 = 7$$

$$\text{Vehículos/día TRAFICO GENERADO} = 7 \text{ Vehículos/día}$$

- **Tráfico por desarrollarse**

Utilizaremos la relación recomendada por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTOB).

TRAFICO POR DESARROLLARSE = [(5% - 7%) * # vehículos pesados actualmente que salen cargados]

Así tenemos:

Vehículos pesados actualmente que salen cargados = 25 (vehículos)

Adoptamos 6 %

TRAFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * 25] = 1.5

TRAFICO POR DESARROLLARSE = 1.5 vehículos/día

- **Tráfico Promedio Diario Anual actual**

Livianos

TPDA = 47 + 5 + 9 = 61

TPDA = 61 vehículos/día

Buses

TPDA = 13 + 1 + 3 = 17

TPDA = 17 vehículos/día

Camiones

TPDA = 33 + 3 + 7 + 2 = 45

TPDA = 45 vehículos/día

Total = livianos + buses + camiones

Total = 61 + 17 + 45

Total = 123 vehículos

b. Tráfico Promedio Diario Anual Futuro (TPDA)

Es el volumen de vehículos que se presentarán en la vía, en un período de diseño, que en nuestro caso será de 20 años.

Se aplica la fórmula:

$$\text{TPDA FUTURO} = \text{TPDA ACTUAL} (1 + i)^n$$

donde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Se proyecta tráfico de acuerdo a las tasas de crecimiento vehicular en la Provincia de Chimborazo pero se debe tomar en cuenta que ya existen actualizaciones del siguiente cuadro pero por falta de datos utilizaremos en siguiente:

Cuadro 9: Tasas de crecimiento

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERÍODO	
	1990 - 2000	2000 - 2010
LIVIANOS	5	4
BUSES	4	3.5
CAMIONES	6	5

Fuente: Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

4.1.4. Análisis de resultados del Estudio de Suelos.

El estudio de suelos es un factor importante para el diseño del pavimento ya que según los valores obtenidos en los ensayos se van a diseñar las diferentes capas del pavimento como son la base, sub-base y la capa de rodadura.

La recolección de las muestras fueron tomadas cada kilómetro de la vía y fue por medio de pozos a cielo abierto rectangulares de dimensiones 1.20 x 0.80 x 1.10.

Cuadro 10: Pozos a cielo abierto.

POZOS A CIELO ABIERTO (P.C.A)			
ABSCISA (Km)	# POZO	LUGAR	COTA (m)
0+000	P1	Inicio de la Vía	2970.816
1+000	P2	Trayecto de la Vía	3045.376
2+000	P3	Centro de Santa Ana	3119.614
3+000	P4	Trayecto de la Vía	3196.102
3+810.197	P5	Final de la Vía	3273.406

Fuente: El autor

Cuadro 11: Datos de los ensayos de laboratorio.

DATOS DE ENSAYOS			
ABSCISA (Km)	# POZO	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm²)
0+000	P1	28.80	1.365
1+000	P2	34.80	1.209
2+000	P3	31.00	1.367
3+000	P4	40.00	1.632
3+810.197	P5	36.00	1.386

Fuente: El autor

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1. Interpretación de datos de las encuestas

Cuadro 12: Resultados de las encuestas

PREGUNTA	RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
¿Cuenta con una vía de acceso en buenas condiciones su comunidad?	NO	190	100
¿La vía de acceso es segura para poder transitar por ella?	NO	119	62.63
¿Es cómoda la vía para llegar a su destino?	NO	143	75.26
¿Usted vive de la agricultura?	SI	166	87.37
¿Tiene la facilidad de transporte de sus productos?	NO	142	85.54
¿Qué tiempo tarda en llegar a su comunidad en el estado actual de la vía?	45 min	95	50
¿Posee vías alternas su comunidad?	SI	180	94.74
¿Con que frecuencia ocupa la vía?	Con frecuencia	119	62.63
¿En qué estado se encuentra la vía?	Mala	113	59.47

Fuente: El autor

4.2.2. Interpretación de datos del levantamiento topográfico.

Se realizó el levantamiento topográfico de la vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guañag, en la cual se obtuvieron los datos requeridos para realizar el diseño, cuyos datos se muestra en el Anexo 2.

4.2.3. Interpretación de datos del estudio de tráfico

En la siguiente tabla se da a conocer el resumen de los resultados obtenidos del Tráfico Promedio Diario Anual Proyectado para un periodo de 20 años. De donde se obtiene una demanda vehicular de 209.

Cuadro 13: Proyección de tráfico

PROYECCIÓN DE TRÁFICO ANUAL					
AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL	AÑO
2012	61	17	45	123	0
2013	63	18	47	128	1
2014	66	18	50	134	2
2015	69	19	52	140	3
2016	71	20	55	146	4
2017	74	20	57	152	5
2018	77	21	60	158	6
2019	80	22	63	165	7
2020	83	22	66	172	8
2021	87	23	70	180	9
2022	90	24	73	188	10
2023	94	25	77	196	11
2024	98	26	81	204	12
2025	102	27	85	213	13
2026	106	28	89	222	14
2027	110	28	94	232	15
2028	114	29	98	242	16
2029	119	31	103	252	17
2030	124	32	108	263	18
2031	129	33	114	275	19
2032	134	34	119	287	20

Fuente: El autor

4.2.4. Interpretación de datos del estudio de suelos

De los resultados de C.B.R. de diseño encontrados anteriormente debemos tomar en cuenta que buscamos la capacidad de soporte del suelo para **tráfico pesado**.

Como pudimos observar tenemos diferentes tipos de C.B.R. a lo largo de la vía pero entre ellos no tienen una variación representativa por lo tanto vamos a escoger el C.B.R. menor que es de 30% ya que en esta parte va a ser la más crítica.

Cuadro 14: Datos de ensayos (C.B.R.)

DATOS DE ENSAYOS		
ABSCISA (Km)	# POZO	C.B.R. (%)
0+000	P1	43.50
1+000	P2	36.00
2+000	P3	37.50
3+000	P4	33.80
3+810.197	P5	30.00

Fuente: El autor

4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño geométrico de la vía y el diseño de la capa de rodadura mejorará el tránsito por la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag lo cual conlleva a un aumento de las condiciones socio-económicas de la comunidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En base a la recopilación de datos, del análisis de tráfico realizado y los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que el proyecto de la construcción y mejoramiento de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag se justifica plenamente. Esta conclusión ratifica la importancia de este proyecto para el sector.
- ✓ El estudio establece los parámetros de tráfico para el diseño de la estructura de pavimentos.
- ✓ La vía en estudio cuenta con un ancho aproximado de 6.00 m, sin ninguna obra de drenaje ni de protección.
- ✓ Con el estudio de suelos pudimos determinar el C.B.R. de 30% con el cual podemos observar que el suelo de este sector es muy bueno y por lo tanto se requerirá que las diferentes capas del pavimento sean de mínimo grosor.
- ✓ Con el mejoramiento de la vía vamos a observar que va a ver un incremento en la producción agrícola ya que los productos van a tener una mayor facilidad de transporte hacia los diferentes sectores en los que se comercian por lo cual va a haber un incremento de ingresos para la Comunidad de Santa Ana de Guagñag.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ En la Comunidad de Santa Ana de Guagñag se deben realizar reuniones para poder explicarles la importancia y beneficios que van a tener con la ejecución de este proyecto.

- ✓ Se recomienda respetar los diseños tanto horizontal como vertical de la vía ya que se ha realizado este proyecto con las especificaciones del MTOP.

- ✓ Se debe respetar el diseño del pavimento ya que se lo realizó en base a los estudios de la calidad de suelo que tiene la subrasante, el estudio de tráfico y las condiciones climatológicas.

CAPITULO VI

PROPUESTA

TEMA: Diseño geométrico y diseño de la capa de rodadura de la vía Tulabug Escalera – Comunidad de Santa Ana de Guagñag.

6.1. DATOS INFORMATIVOS

La vía en estudio está ubicada en la zona céntrica de la provincia, pertenece a la zona templada que está en la región Sierra, que inicia en el desvío de la carretera que va de Licto a Cuello Loma, la misma que pasa por la Comunidad de Santa Ana de Guagñag y culmina en la parte más alta de la comunidad en la cual con el tiempo se va a realizar un centro turístico

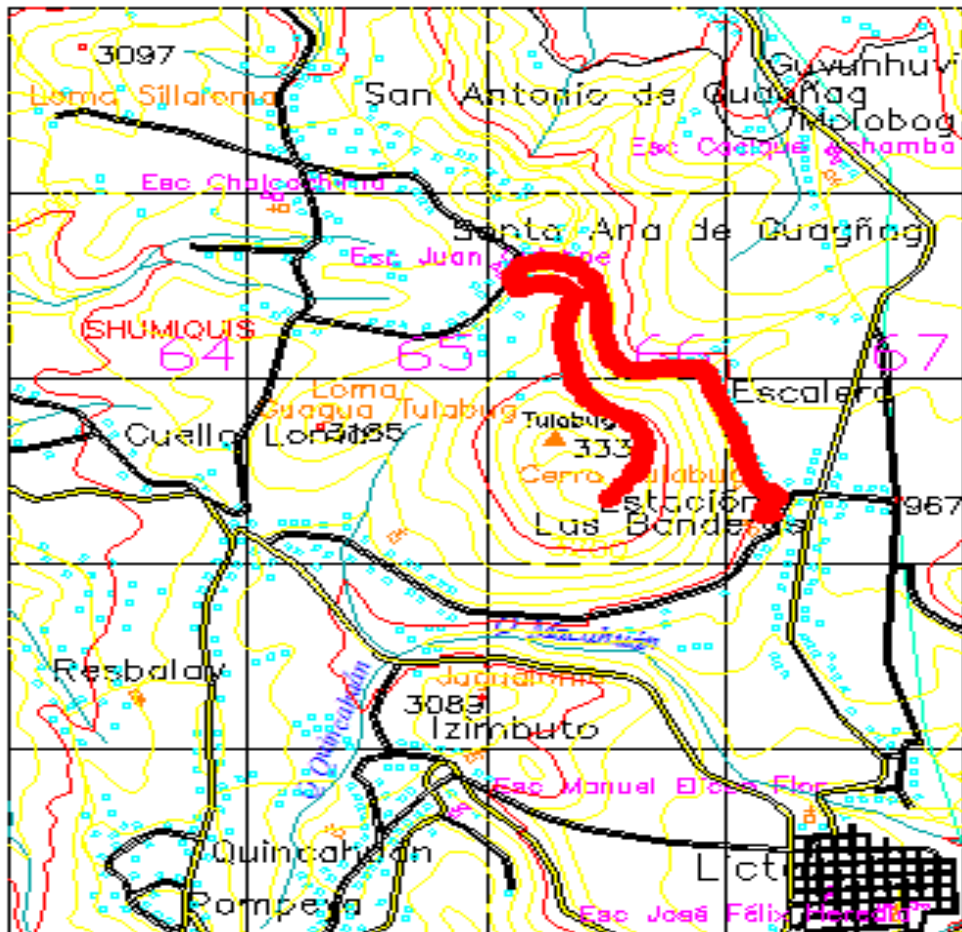
Las coordenadas de inicio y de fin son:

Cuadro 15: Coordenadas de la vía.

SECTOR	LATITUD N (m)	LONGITUD E (m)	COTA m.s.n.m.	ABSCISA (Km)
Inicio de la vía	766194.431	9802271.916	2970.816	0+000
Comunidad Santa Ana de Guagñag	765410.086	9803575.682	3106.867	1+830
Fin de la vía	765506.497	9802346.744	3273.406	3+810.197

Fuente: El autor

Gráfico 2: Ubicación de la vía.



Fuente: Instituto Geográfico Militar

6.1.1. Características topográficas

Un estudio previo del sector en el cual se encuentra la carretera pudimos observar que la topografía del sector es montañoso, tiene una altitud s.n.m. promedio de 3124 metros sobre el nivel del mar, no presenta mayores accidentes geográficos, la vía pasa por la mitad de la Comunidad por lo que en el diseño se va a tratar de no afectar a las casas que están a los lados de la vía, en los planos del Anexo 5 se detalla el diseño geométrico en planta y en perfil de la vía.

6.1.2. Población

La distribución total de la población; Se considera que en la comunidad de Santa Ana de Guagñag existe mayor población que en las comunidades aledañas con 360 habitantes.

a. Población Flotante.

Este sector de la población se define como el contingente demográfico compuesto por aquellas personas que, aún no estando oficialmente inscritas en el censo de población, residen temporal o permanentemente en un ámbito geográfico administrativo en este caso en la ciudad de Riobamba.

b. Población desagregada por sexo y grupos de edad.

Se sistematiza la población flotante en la comunidad de Santa Ana de Guagñag, decimos que la población de entre 1 y 9 años se encuentra en mayor porcentaje, esta población son hijos de los que diariamente van y vienen de la comunidad realizando sus labores agrícolas, es decir que ellos son parte de los que asisten a centros infantiles y escuelas pero en la ciudad de Riobamba.

6.1.3. Clima general de la zona

El clima en la zona es por lo general frío y consta de dos estaciones, una húmeda y una seca. Los vientos en la provincia de Chimborazo pueden producir una sensación térmica de casi 0 °C en algunas épocas del año la máxima temperatura diaria puede alcanzar los 20 °C a 25 °C.

Cuadro 16: Parámetros climatológicos.

PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima registrada (°C)	27	28	27	28	28	26	27	28	29	28	27	28	27
Temperatura diaria máxima (°C)	20	21	20	20	19	19	19	19	19	21	20	20	19
Temperatura diaria mínima (°C)	10	10	7	4	5	3	3	6	9	4	7	9	7
Temperatura mínima registrada (°C)	1	1	-2	-4	0	0	-3	-1	2	0	0	1	-1

Fuente: www.inamhi.com

6.1.4. Análisis socio-económico

Este sector es muy productivo en el cual podemos observar los cultivos de maíz, papa, cebada, trigo y frutas en pequeñas cantidades, en cuanto a la ganadería, el desarrollo pecuario en la producción de ganado vacuno de carne y porcino, también se realiza la crianza de animales menores como son gallinas, conejos, cuyes y otros.

a. Migración

A consecuencia de la falta de empleo y de los bajos ingresos económicos en el área, un 10% de la población emigra a otras provincias principalmente a las ciudades como Riobamba, Quito, Guayaquil, e incluso hacia otros países.

b. Principales actividades económicas

La zona posee un desarrollo potencial en lo que concierne a crecimiento residencial, actualmente un 65% del área de influencia es utilizada para cultivos de corta extensión en los que se produce maíz, hortalizas y alfalfa. La ganadería en la zona es menor, ya que es ejercida en bajas proporciones.

c. Ingresos

Prácticamente todos los ingresos que reciben los pobladores de esta zona provienen de sus actividades de agricultura y de lo que sus familiares les envían ya que ellos están en otras ciudades y en otros países, con un promedio de \$250 mensualmente.

d. Servicio Públicos

➤ Servicios básicos

Un significativo porcentaje de la población carece de alcantarillado, apenas lo poseen el 68% de viviendas.

Otros parámetros que reflejan la cobertura de servicios a la población son:

- Agua entubada dentro de la vivienda: 64%.
- Energía eléctrica 94,55%.
- Servicio telefónico 36,34%.

En síntesis, el déficit de servicios residenciales básicos alcanza al 41,23% de viviendas.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag al inicio fue un camino vecinal que con el tiempo fue ampliándose hasta que se convirtió en una vía, por tal motivo su diseño geométrico no cumple con las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Esta vía por lo descrito en el párrafo anterior es lastrada y esto conlleva a que se deteriore constantemente por causas de la lluvia haciéndola intransitable para los vehículos que circulan por la misma.

En el presente trabajo se pretende elaborar un nuevo diseño geométrico el cual cumpla con las normas vigentes del país, así mismo se realizará un diseño de la capa de rodadura que proporcionará un recorrido seguro a los vehículos que utilizan esta vía.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto constituye la construcción y mejoramiento del tramo de la vía que llega hasta la Comunidad de Santa Ana de Guagñag. En realidad se crearán condiciones favorables para una positiva y real unión de la principal vía que se dirige hacia Licto, permitiendo disminuir el tiempo de destino y el mejor transporte de productos y personas.

La importancia de la vía permite dar cumplimiento a los puntos esenciales de una lógica Política de Transportes:

- ✓ Integración de la comunidad, de modo de constituir un bloque único invulnerable a pretensiones adversas.
- ✓ Seguridad del régimen político, por la presencia efectiva o potencial de la autoridad nacional en cualquier parte del territorio.
- ✓ Posibilidad de satisfacer el abastecimiento de la comunidad y la ampliación del mercado hacia otros sectores aledaños.
- ✓ Desarrollo y auto - suficiencia progresiva de las actividades económicas básicas.

Por ello se ha creído conveniente realizar una vía de cuarto orden la cual comunicará a la comunidad de Santa Ana de Guagñag y será de mucha utilidad para facilitar el transporte.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura para mejorar la circulación vehicular de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag, en Parroquia Licto, Provincia de Chimborazo.

6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diseño geométrico de la vía.
- ✓ Diseñar la capa de rodadura.
- ✓ Elaborar el presupuesto referencial.
- ✓ Realizar el cronograma valorado de trabajo.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En la presente propuesta se contempla un estudio ordenado priorizando aspectos económicos, sociales y políticos en el lugar que se va a efectuar el proyecto.

Factibilidad económica.

En el aspecto económico se aprovechará la estructura vial existente en la que vamos a ampliar la vía y darle un mejor diseño así como también se colocará la carpeta asfáltica con sus respectivas especificaciones técnicas, con esto se va a ofrecer más seguridad y comodidad, también gracias a la agilidad en su ejecución las familias no van a tener una disminución de ingresos económicos ya que podrán seguir distribuyendo sus productos a los distintos centros poblados y ciudades cercanas.

Factibilidad social.

Dentro del aspecto social actualmente no existe un sistema vial en buenas condiciones, y en el futuro habrá un crecimiento poblacional por ello se necesitará un sistema vial en buenas condiciones y que cumpla con las normas establecidas en nuestro país, ya que la base de la economía en este sector es la agricultura y el turismo.

Factibilidad ambiental.

Debemos tomar en cuenta que la ejecución de este proyecto no afectará la salud de los habitantes de la comunidad así como también no se alterarán las condiciones ambientales del sector.

Factibilidad política.

En lo político, el Honorable Consejo Provincial de Chimborazo por medio del presupuesto designado por el Estado para la ejecución de estas obras, busca el bienestar de sus habitantes y de esta manera permite un mejor desarrollo socio-económico de estas zonas.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. Parámetro de diseño.

Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando

pronósticos.

Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico.

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 ó 20 años.

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

Velocidad de diseño

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

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

El proceso de diseño

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial. Estas características están

ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año horizonte.

6.6.2. Estructura de la capa de rodadura.

La estructura del pavimento flexible, está constituida por una serie de capas de materiales seleccionados los cuales van a transmitir y distribuir las cargas a ser aplicadas por los vehículos que transitan por la vía. Este pavimento flexible se refiere a que la estructura va a adaptarse a los diferentes asentamientos que va a sufrir pero teniendo en cuenta que dichos asentamientos no sean de una gran magnitud ya que si pasa esto va a estar mal diseñado.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO

6.7.1. Diseño geométrico de la vía.

Para la elaboración del diseño geométrico se efectuará el levantamiento de una faja topográfica a lo largo de la vía existente con un ancho suficiente para permitir el estudio de variantes, el levantamiento se generará mediante una estación total.

Así mismo se realizará el conteo de tráfico existente (TPDA) con el propósito de efectuar la proyección para 20 años de vida útil, obteniendo el dato para establecer la clase de vía a la que corresponde.

A continuación vamos a realizar el dibujo del levantamiento topográfico con los datos obtenidos en el campo, aquí vamos a generar las curvas de nivel, así también dibujaremos las construcciones adyacentes ya que ese es un factor importante para el trazado de la línea de ceros.

El diseño geométrico es una de las partes más importantes de un proyecto de carreteras y a

partir de diferentes elementos y factores, internos y externos, se configura su forma definitiva de modo que satisfaga de la mejor manera aspectos como la seguridad, la comodidad, la funcionalidad, el entorno, la economía, y la estética.

Debemos estar conscientes de lo que es respecto a los parámetros que determinan las características de diseño de una carretera que son la velocidad, la visibilidad, el radio de curvatura horizontal, la distancia de parada, el gradiente y el nivel de servicio.

6.7.1.1. Cálculo de Tráfico

a. Tráfico Actual

Para determinar el volumen vehicular que circulará en la vía propuesta se definió 1 estación de aforo; en este se realizó el conteo en cada sentido de circulación de los vehículos.

ESTACIÓN: Inicio de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag.



Se realizó el conteo vehicular clasificado el cual ejecuto el autor de la tesis durante siete días y diez horas de mayor demanda de cada día de la segunda semana de Mayo del 2012, haciendo un conteo dividido en periodos de 15 minutos.

La clasificación de los vehículos se la realizó considerando que los resultados servirán para definir el TPDA de diseño geométrico y el TPDA de diseño de pavimento. La clasificación considerada fue:

- Livianos (automóviles, camionetas, busetas pequeñas de no más de 2 ejes y 4 llantas).
- Buses (interparroquiales, urbanos, estudiantiles y de turismo).
- Pesados (de 2 ejes).

El siguiente cuadro representa el día más alto de conteo de vehículos que se realizaron durante una semana, con la cual se va obtener el tráfico proyectado el mismo q nos servirá para determinar la clase de vía a la que corresponde.

Cuadro17: Conteo de Tráfico

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA:		11 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADAY SALIDA		ENCUESTADOR: Eduardo Pérez	
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	2	1	2	0	0	5	
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	3	
7:30 - 7:45	1	1	1	0	0	3	
7:45 - 8:00	2	0	1	0	0	3	14
8:00 - 8:15	2	0	2	0	0	4	13
8:15 - 8:30	1	0	1	0	0	2	12
8:30 - 8:45	2	1	1	0	0	4	13
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	12
9:00 - 9:15	2	1	1	0	0	4	12
9:15 - 9:30	1	0	1	0	0	2	12
9:30 - 9:45	0	0	1	0	0	1	9
9:45 - 10:00	2	0	1	0	0	3	10
10:00 - 10:15	0	0	1	0	0	1	7
10:15 - 10:30	1	1	1	0	0	3	8
10:30 - 10:45	3	0	1	0	0	4	11
10:45 - 11:00	0	0	1	0	0	1	9
11:00 - 11:15	2	0	1	0	0	3	11
11:15 - 11:30	0	1	2	0	0	3	11
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	2	9
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	9
12:00 - 12:15	2	1	2	0	0	5	11
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	10
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	9
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	10

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA:		11 DE AGOSTO DEL 2012	ENTRADA Y SALIDA		ENCUESTADOR:		Eduardo Pérez
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	
1:00 - 1:15	2	0	1	0	0	3	8
1:15 - 1:30	2	0	1	0	0	3	9
1:30 - 1:45	0	1	1	0	0	2	10
1:45 - 2:00	1	0	2	0	0	3	11
2:00 - 2:15	1	0	1	0	0	2	10
2:15 - 2:30	0	1	1	0	0	2	9
2:30 - 2:45	2	0	2	0	0	4	11
2:45 - 3:00	1	0	1	0	0	2	10
3:00 - 3:15	2	0	1	0	0	3	11
3:15 - 3:30	0	0	1	0	0	1	10
3:30 - 3:45	1	1	1	0	0	3	9
3:45 - 4:00	2	0	0	0	0	2	9
4:00 - 4:15	1	0	1	0	0	2	8
4:15 - 4:30	2	1	0	0	0	3	10
4:30 - 4:45	1	0	1	0	0	2	9
4:45 - 5:00	1	1	1	0	0	3	10
5:00 - 5:15	1	0	1	0	0	2	10
5:15 - 5:30	2	1	0	0	0	3	10
5:30 - 5:45	1	0	1	0	0	2	10
5:45 - 6:00	2	1	0	0	0	3	10

Fuente: El autor

Para vías urbanas tenemos que el porcentaje del TPDA es del 8% al 12% y para vías rurales es del 12% al 18%. Como la vía se encuentra en una zona rural vamos a escoger un valor medio el cual va a ser del 15%.

Cuadro 18: Número de vehículos en zona rural

TIPO DE VEHÍCULO	# hora pico	PORCENTAJE	#
LIVIANOS	7	15%	47
BUSES	2	15%	13
PESADOS	5	15%	33
TOTAL			93

Fuente: El autor

Cuadro 19: Promedio del conteo de vehículos (TPDA actual)

LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
47	13	33	93
50%	14 %	36%	100.00 %

Fuente: El autor

Además se realiza un análisis de los diferentes tipos de tráfico que se van a presentar durante la vida útil de la vía, con lo cual se determina el tráfico del proyecto utilizando la siguiente expresión propuesta en el manual de ingeniería de transportes.

El TPDA no solo va a ser del conteo de vehículos realizados en campo sino que al momento de realizar el mejoramiento de la vía va a aumentar diferentes tipos de tráfico los cuales lo debemos sumar al tráfico actual como se muestra a continuación:

TPDA = TPDA actual + Tráfico Desviado + Tráfico Generado + Tráfico por Desarrollo

- **Tráfico desviado**

Para el tráfico desviado vamos a utilizar la siguiente fórmula:

Tráfico Desviado = TPDA actual por el 10%

Livianos

$$\text{TPDA Desviado} = 47 \times 0.1 = 5$$

$$\text{TPDA Desviado} = 5 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

Buses

$$\text{TPDA Desviado} = 13 \times 0.1 = 1$$

$$\text{TPDA Desviado} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

Pesados

$$\text{TPDA Desviado} = 33 \times 0.1 = 3$$

$$\text{TPDA Desviado} = 3 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda.}$$

- **Tr\u00e1fico generado**

Es el tr\u00e1fico atra\u00edo y tenemos la siguiente f\u00f3rmula:

Tr\u00e1fico Generado = 20 % del TPDA actual

Livianos

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 47 = 9$$

$$\text{Veh\u00edculos/d\u00eda TRAFICO GENERADO} = 9 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 13 = 3$$

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 3 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Camiones

$$\text{TRAFICO GENERADO} = 0.20 * 33 = 7$$

$$\text{Veh\u00edculos/d\u00eda TRAFICO GENERADO} = 7 \text{ Veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Tráfico por desarrollarse**

Utilizaremos la relación recomendada por el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTO).

TRAFICO POR DESARROLLARSE = [(5% - 7%) * # vehículos pesados actualmente que salen cargados]

Así tenemos:

Vehículos pesados actualmente que salen cargados = 25 (vehículos)

Adoptamos 6 %

TRAFICO POR DESARROLLARSE = [(6%) * 33] = 2

TRAFICO POR DESARROLLARSE = 2 vehículos/día

- **Tráfico Promedio Diario Anual actual**

Livianos

TPDA = 47 + 5 + 9 = 61

TPDA = 61 vehículos/día

Buses

TPDA = 13 + 1 + 3 = 17

TPDA = 17 vehículos/día

Camiones

TPDA = 33 + 3 + 7 + 2 = 45

TPDA = 45 vehículos/día

TOTAL = 61 + 17 + 45

TOTAL = 93 vehículos

b. Tráfico Promedio Diario Anual Futuro (TPDA futuro)

Es el volumen de vehículos que se presentarán en la vía, en un período de diseño, que en nuestro caso será de 20 años.

Se aplica la fórmula:

$$\text{TPDA FUTURO} = \text{TPDA} (1 + i)^n$$

donde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Se proyectará el tráfico de acuerdo a las tasas de crecimiento vehicular en la Provincia de Chimborazo teniendo en cuenta que utilizaremos este el siguiente cuadro no se encuentra actualizado.

Cuadro 20: Tasas de crecimiento.

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
TIPOS DE VEHÍCULOS	PERÍODO	
	1990 - 2000	2000 - 2010
LIVIANOS	5	4
BUSES	4	3.5
CAMIONES	6	5

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Tráfico Futuro

- **Período de diseño n = 20 años**

Livianos

Tráfico Futuro = TPDA actual $(1 + i)^n$

$$\text{Tráfico Futuro} = 61 (1+0.04)^{20}$$

$$\text{Tráfico Futuro (20 años)} = 134 \text{ (vehículos/día)}$$

Buses

$$\text{Tráfico Futuro} = \text{TPDA actual} (1+i)^n$$

$$\text{Tráfico Futuro} = 17 (1+0.035)^{20}$$

$$\text{Tráfico Futuro (20 años)} = 34 \text{ (vehículos/día)}$$

Camiones

$$\text{Tráfico Futuro} = \text{TPDA actual} (1+i)^n$$

$$\text{Tráfico Futuro} = 45 (1+0.05)^{20}$$

$$\text{Tráfico Futuro (20 años)} = 119 \text{ (vehículos/día)}$$

TRÁFICO FUTURO TOTAL

$$\text{Tráfico futuro total} = 134 + 34 + 119$$

$$\text{Tráfico futuro total} = \mathbf{287 \text{ (vehículos/día)}}$$

Además se realiza un análisis de los diferentes tipos de tráfico que se van a presentar durante la vida útil de la vía, con lo cual se determina el tráfico del proyecto utilizando la siguiente expresión propuesta en el manual de ingeniería de transportes.

El TPDA no solo va a ser del conteo de vehículos realizados en campo sino que al momento de realizar el mejoramiento de la vía va a aumentar diferentes tipos de tráfico los cuales lo debemos sumar al tráfico actual como se muestra a continuación:

$$\text{TPDA} = \text{TPDA actual} + \text{Tráfico Desviado} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

- **Tráfico desviado**

Para el tráfico desviado vamos a utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Tráfico Desviado} = \text{TPDA actual por el 10\%}$$

Livianos

$$\text{TPDA Desviado} = 47 \times 0.1 = 5$$

$$\text{TPDA Desviado} = 5 \text{ vehículos/día.}$$

Buses

$$\text{TPDA Desviado} = 7 \times 0.1 = 1$$

$$\text{TPDA Desviado} = 1 \text{ vehículos/día.}$$

Pesados

$$\text{TPDA Desviado} = 25 \times 0.1 = 3$$

$$\text{TPDA Desviado} = 3 \text{ vehículos/día.}$$

- **Tráfico generado**

Es el tráfico atraído y tenemos la siguiente fórmula:

$$\text{Tráfico Generado} = 20 \% \text{ del TPDA actual}$$

Livianos

$$\text{TRÁFICO GENERADO} = 0.20 * 47 = 9$$

$$\text{Vehículos/día TRAFICO GENERADO} = 9 \text{ Vehículos/día}$$

Buses

$$\text{TRÁFICO GENERADO} = 0.20 * 7 = 1 \text{ Vehículos/día}$$

$$\text{TRÁFICO GENERADO} = 1 \text{ Vehículos/día}$$

Camiones

$$\text{TRÁFICO GENERADO} = 0.20 * 25 = 5$$

$$\text{Vehículos/día TRAFICO GENERADO} = 5 \text{ Vehículos/día}$$

- **Tráfico por desarrollarse**

Utilizaremos la relación recomendada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

TRÁFICO POR DESARROLLARSE = [(5% - 7%) * # vehículos pesados actualmente que salen cargados]

Así tenemos:

$$\# \text{ Vehículos pesados actualmente que salen cargados} = 25 \text{ (vehículos)}$$

Adoptamos 6 %

$$\text{TRÁFICO POR DESARROLLARSE} = [(6\%) * 25] = 1.5$$

$$\text{TRÁFICO POR DESARROLLARSE} = 2 \text{ vehículos/día}$$

- **Tráfico Promedio Diario Anual actual**

Livianos

$$\text{TPDA} = 47 + 5 + 9 = 61$$

$$\text{TPDA} = 61 \text{ vehículos/día}$$

Buses

$$\text{TPDA} = 7 + 1 + 1 = 9$$

$$\text{TPDA} = 9 \text{ vehículos/día}$$

Camiones

$$\text{TPDA} = 25 + 3 + 5 + 2 = 35$$

$$\text{TPDA} = 35 \text{ vehículos/día}$$

b. Tráfico Promedio Diario Anual Futuro (TPDA futuro)

Es el volumen de vehículos que se presentarán en la vía, en un período de diseño, que en nuestro caso será de 20 años.

Se aplica la fórmula:

$$\text{TPDA FUTURO} = \text{TPDA} (1 + i)^n$$

Dónde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Proyectaremos nuestro estudio de acuerdo a tasas de crecimiento vehicular en la Provincia de Chimborazo, mismas que se presentan a continuación.

Tráfico Futuro

- **Período de diseño n = 20 años**

Livianos

$$\text{Tráfico Futuro} = \text{TPDA actual} (1 + i)^n$$

$$\text{Tráfico Futuro} = 61 (1 + 0.04)^{20}$$

$$\text{Tráfico Futuro (20 años)} = 134 \text{ (vehículos/día)}$$

Buses

$$\text{Tráfico Futuro} = \text{TPDA actual} (1 + i)^n$$

$$\text{Tráfico Futuro} = 9 (1 + 0.035)^{20}$$

$$\text{Tráfico Futuro (20 años)} = 18 \text{ (vehículos/día)}$$

Camiones

Tráfico Futuro = TPDA actual $(1 + i)^n$

Tráfico Futuro = 35 $(1 + 0.05)^{20}$

Tráfico Futuro (20 años) = 93 (vehículos/día)

TRÁFICO FUTURO TOTAL

Tráfico futuro total = 134 + 18 + 93

Tráfico futuro total = 245 (vehículos/día)

El siguiente cuadro da a conocer los valores correspondientes a cada año:

Cuadro 21: Tráfico proyectado


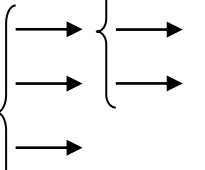
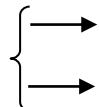
Año	% CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL			
	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN (C-2-P)	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN (C-2-P)	TOTAL
2012	4	3.5	5	61	17	45	123
2013	4	3.5	5	63	18	47	128
2014	4	3.5	5	66	18	50	134
2015	4	3.5	5	69	19	52	140
2016	4	3.5	5	71	20	55	146
2017	4	3.5	5	74	20	57	152
2018	4	3.5	5	77	21	60	158
2019	4	3.5	5	80	22	63	165
2020	4	3.5	5	83	22	66	172
2021	4	3.5	5	87	23	70	180
2022	4	3.5	5	90	24	73	188
2023	4	3.5	5	94	25	77	196
2024	4	3.5	5	98	26	81	204
2025	4	3.5	5	102	27	85	213
2026	4	3.5	5	106	28	89	222
2027	4	3.5	5	110	28	94	232
2028	4	3.5	5	114	29	98	242
2029	4	3.5	5	119	31	103	252
2030	4	3.5	5	124	32	108	263
2031	4	3.5	5	129	33	114	275
2032	4	3.5	5	134	34	119	287

Fuente: El autor

Conclusión:

El dato que se obtiene del tráfico proyectado es muy importante ya que nos indica la clase de vía a la que corresponde.

Cuadro 22: Clases de vías según el tráfico proyectado

FUNCIÓN		CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
Corredor arterial		RI ó RII (autopista)	>8000 TPDA
Colectores		I	3000 – 8000
		II	1000 – 3000
		III	300 – 1000
		IV	100 – 300
Caminos vecinales		V	< 100

Fuente: Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Como se puede observar se tiene un tráfico proyectado de 287 vehículo por lo tanto la vía va a ser de clase IV y va a tener una función de vía colectoras o camino vecinal.

6.7.1.2. Velocidad de diseño

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

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

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia

suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente. La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros.

Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado.

En el Cuadro 23 se consignan los valores de las velocidades de diseño recomendadas por el MTOP en el Ecuador.

La velocidad de diseño que escogemos depende de la categoría de la vía la cual es de clase IV así como también el relieve el cual es montañoso por lo tanto como se muestra en el Cuadro 20 escogeremos una velocidad de diseño de 50 Km/hora ya que como se explica en el cuadro escogeremos los valores recomendados debido a que el T.P.D.A es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía.

Cuadro 23: Velocidad de diseño

CATEGORÍA DE LA VÍA		T.P.D.A ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h											
			BÁSICA				PERMISIBLES EN TRAMOS DIFÍCILES							
			(RELIEVE LLENO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
			Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
			Recomen.	Absoluta	Recomen.	Absoluta	Recomen.	Absoluta	Recomen.	Absoluta	Recomen.	Absoluta	Recomen.	Absoluta
R-I o R-II (Tipo)		> 8000	120	110	100	95	110	90	95	95	90	80	90	80
I	Todos	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000 - 8000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
	5.5 E. 6 y 7													
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

NOTAS

- Los valores recomendados se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite superior de la respectiva categoría de vía.
- Los valores absolutos se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.
- La categoría IV incluye además los caminos vecinales tipo 5, 5E, 6 y 7 contenidos en el manual de caminos vecinales "Berger - Protecvia" 1984 y categoría V son los caminos vecinales 4 y 4E.
- En zonas con perfiles de meteorización profunda (estribaciones) requerirán de un diseño especial considerando los aspectos geológicos.
- Para la categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd min a 20 Km/h.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

6.7.1.3. Velocidad de circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo. La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

La relación general entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se muestra en el Cuadro 21. En dicho cuadro se visualiza que conforme el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia que se produce entre los vehículos. Si el volumen de tránsito excede el nivel intermedio, la velocidad de circulación disminuye aún más y en el caso extremo, cuando el volumen es igual a la capacidad del camino, la velocidad de los vehículos está determinada más por el grado de saturación del tránsito que por la velocidad de diseño.

Cuadro 24: Relación entre la velocidad de diseño y la velocidad de circulación.

Velocidad de diseño en Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN 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: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Los valores del cuadro para bajos volúmenes de tránsito, constituyen el factor más importante que gobiernan ciertos elementos del diseño, tales como el peralte, las curvas en intersecciones y los carriles de cambio de velocidad. Las dos primeras se utilizan para fines de diseño y operación, y la última para análisis económico.

6.7.1.4. Distancias de visibilidad de parada o frenado y de rebasamiento.

a. Distancias de visibilidad de parado o frenado

Es la distancia mínima que debe existir en toda la longitud del camino, necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él y producir un colapso. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

Esta distancia de visibilidad de parada está expresada por:

$$D_{vp} = D_1 + D_2$$

En la cual:

D_1 = Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto hasta la distancia de frenado expresada en metros.

D_2 = Distancia recorrida por el vehículo una vez aplicados los frenos.

Para el cálculo de la **Distancia de Frenado** (D_2) se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_1 = \frac{V_c * t}{3.6} \Rightarrow \frac{V_c * 2.5 \text{seg}}{3.6 \text{seg}} = 0.6944 * V_c$$

donde:

t = tiempo de percepción más reacción en seg.

Por lo tanto:

$$D_1 = 0,7 V_C$$

donde:

V_C = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

Donde $V_C = 50$ Km/h, entonces tenemos:

$$\underline{\underline{D_1 = 35 \text{ m}}}$$

Para el cálculo de la **Distancia de Frenado** (D_2) se utiliza la siguiente ecuación:

$$D_2 = \frac{V_C^2}{254 * f}$$

En donde:

V_C = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

El coeficiente de fricción longitudinal no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, estando esta variación representada por la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{V_C^{0.3}}$$

Con $V_C = 50$ Km/h, tenemos:

$$f = 0.3556$$

Reemplazando este valor en la ecuación anterior para obtener D_2 , tenemos:

$$\underline{\underline{D_2 = 27.68 \text{ m}}}$$

Reemplazando D_1 y D_2 en la ecuación de la distancia de visibilidad, tenemos:

$$\underline{\underline{D_{vp} = 62.68 \text{ m}}}$$

En la Cuadro 25 se consignan los diversos valores de diseño para las distancias de visibilidad de parada de un vehículo que son recomendadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Cuadro 25: Distancias de visibilidad mínimas

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMA PARA PARADA DE UN VEHÍCULO (metros)							
CATEGORÍA DE LA VÍA	T.P.D.A ESPERADO	CRITERIO DE DISEÑO: PAVIMENTOS MOJADOS					
		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 - 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 - 8000	160	135	90	135	110	55
III	300 - 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 - 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25
NOTAS .- L = Terreno llano, O = Terreno ondulado, M = Terreno montañoso .- Los valores recomendables se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite superior de la respectiva categoría. .- Los valores absolutos se emplearán cuando el T.P.D.A. es cercano al límite inferior de la respectiva categoría y/o el relieve sea muy difícil (escarpado)							

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

b. Distancias de visibilidad de rebasamiento

Es la Distancia necesaria para que un vehículo que circula a velocidad de diseño rebasa a otro que va a una velocidad menor sin que produzca la colisión con otro vehículo que viene en sentido contrario.

Sin embargo se puede dar el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente.

Esta distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad.

La AASHTO recomienda que cada dos kilómetros exista distancia de visibilidad de rebasamiento, porque resultaría antieconómico proyectar una carretera con distinta visibilidad de rebasamiento en toda su longitud.

Las Hipótesis que se han adoptado para la determinación de la visibilidad de rebasamiento son:

1. El vehículo rebasado viaja a una velocidad uniforme.
2. El vehículo que rebasa es forzado a viajar a la misma velocidad que el vehículo rebasado, mientras atraviesa la sección de carretera en donde la distancia de visión no es segura para el rebase.
3. Cuando se alcanza la sección segura de rebase, el conductor del vehículo que rebasa requiere un corto período de tiempo (tiempo de percepción) para observar el tránsito opuesto y decidir si es seguro el rebase o no.
4. La maniobra de rebase se realiza acelerando en todo momento.
5. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

La AASHTO establece que la diferencia de velocidad entre el vehículo rebasado y el rebasante es de 16 Km/Hora para que rebase en pendientes negativas, 24 Km/Hora en horizontal y 32 Km/Hora en pendientes positivas.

Para carreteras de dos Vías, la distancia de visibilidad está representada por la suma de cuatro distancias parciales que son:

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

donde:

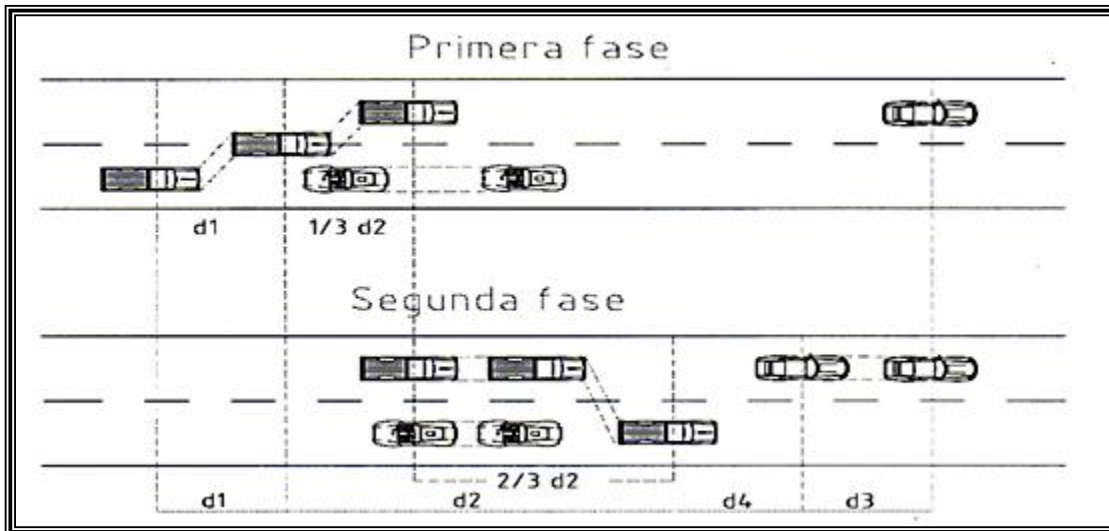
D_1 = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

D_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

D_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

D_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

Gráfico 3: Esquema de rebasamiento



Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, S.O.P.

Estas distancias parciales se calculan a base de las siguientes fórmulas:

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

$$D_2 = 0.28 * V * t_2$$

$$D_3 = 0.187 * V * t_2 \quad (30 \text{ m a } 90 \text{ m})$$

$$D_4 = 0.18 * V * t_1$$

En las cuales:

D_1 , D_2 , D_3 y D_4 = distancias, expresadas en metros.

t_1 = tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t_2 = tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Km/Hora.

m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en Km/Hora.

Esta diferencia se la considera igual a **16 km/h** promedio.

a = aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo.

En el Cuadro 26 se muestran los valores de los diferentes elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento y en el Cuadro 27 se consignan los valores de las velocidades de rebasamiento asumida y velocidad de circulación necesarias a aplicarse en las ecuaciones para el cálculo de las distancias parciales.

Cuadro 26: Elementos de la distancia de visibilidad.

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	56,00	70,00	84,00	99,00
Maniobra inicial:				
a = aceleración promedio - Kph/seg.	2.24	2.29	2.35	2.4
t1 = tiempo - seg	3.60	4	4.3	4.5
d1 = distancia recorrida - m	44.00	66	88	112
Ocupación del carril del lado izquierdo:				
t2 = tiempo - seg	9.3	10	10.7	11.3
d2 = distancia recorrida - m	145	196	251	313
Vehículo opuesto:				
d3 = distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	30	55	76	91
d4 = distancia recorrida - m	30	55	76	91
Distancia de visibilidad para rebasamiento - m $d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	316	448	583	725

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Cuadro 27: Distancia mínima de visibilidad.

Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un vehículo				
Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad de Circulación asumida (Km/h)	Velocidad del Vehículo Rebasante (Km/h)	Mínima Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento (m)	
			Calculada	Redondeada
25	24	40	-----	(80)
30	28	44	-----	(110)
35	33	49	-----	(130)
40	35	59	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830*
120	94	110	831	830

Notas:
 .- "*" Valor utilizado con margen de seguridad por sobrepasarse la velocidad de rebasamiento los 100 kph.
 .- () Valores utilizados para caminos vecinales.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Para el cálculo de las distancias parciales tenemos:

$$V_D = 50 \text{ Km/h}$$

$$t_1 = 3.6 \text{ s} \quad (\text{Cuadro 26})$$

$$t_2 = 9.3 \text{ s} \quad (\text{Cuadro 26})$$

$$V = 43 \text{ Km/h} \quad (\text{velocidad de rebase asumida Cuadro 27})$$

$$V_c = 59 \text{ Km/h} \quad (\text{velocidad de circulación Cuadro 27})$$

$$m = V - V_c = 16 \text{ Km/h}$$

$$a = 2.24 \text{ Kph/s}$$

Calculamos las distancias parciales:

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

$$\underline{\underline{D_1 = 31.28 \text{ m}}}$$

$$D_2 = 0.28 * V * t_2$$

$$\underline{\underline{D_2 = 111.97 \text{ m}}}$$

$$D_3 = 0.187 * V * t_1 \quad (30 \text{ m a } 90 \text{ m})$$

$$\underline{\underline{D_3 = 28.95 \text{ m}}}$$

La distancia D_3 redondeando va a ser de 30m.

$$D_4 = 0.18 * V * t_2$$

$$\underline{\underline{D_4 = 71.98 \text{ m}}}$$

La distancia D_4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el que viene en sentido contrario, al final de la maniobra es variable para las distintas velocidades y según las pruebas realizadas por la AASHTO esta distancia es de 30m (Cuadro 26)

Obteniendo:

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

$$\underline{\underline{D_r = 203.25 \text{ m}}}$$

Para el proyecto el valor de la distancia de visibilidad de rebasamiento está por debajo del mínimo recomendado en las especificaciones del MOP para terreno montañoso, ver Cuadro 28.

Cuadro 28: Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima de rebasamiento.

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMA PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO (metros)							
CATEGORÍA DE LA VÍA	T.P.D.A ESPERADO	VALOR			VALOR		
		RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 - 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 - 8000	690	640	490	640	565	345
III	300 - 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 - 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

NOTAS
 .- L = Terreno llano, O = Terreno ondulado, M = Terreno montañoso

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Por lo tanto se utilizará la distancia de rebasamiento $D_r = 210 \text{ m}$

6.7.1.5. Estudios topográficos

➤ Levantamiento topográfico del proyecto.

La topografía del terreno, es un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en el diseño de una vía.

En nuestra carretera se realizó el levantamiento topográfico del camino, con el fin de seleccionar el más conveniente punto de arranque y de llegada en nuestro trazado.

Cuando el terreno es bastante grande o existen obstáculos que impiden la visibilidad necesaria, se emplea el levantamiento de un terreno por medio de Poligonales, que consiste en trazar un polígono que siga aproximadamente los linderos del terreno y desde puntos sobre este polígono se toman detalles complementarios para la perfecta determinación del área que se desea conocer y de los accidentes u objetos que es necesario localizar. Vemos primeramente lo concerniente al trazado y al cálculo de la poligonal base y, luego, se complementa el levantamiento tomando los detalles por izquierda y derecha.

La línea que une los vértices del polígono se denomina poligonal.

➤ **Perfiles Transversales y longitudinal**

En el diseño de una carretera se emplean perfiles longitudinales y transversales los cuales dependen del tipo de terreno o topografía. Estos perfiles son elaborados en base a la medición de distancias y cotas sobre el terreno natural a lo largo de una línea base que puede concordar con el eje del proyecto.

Los perfiles longitudinales están relacionados con los perfiles transversales que permiten verificar cotas y distancias, los cuales tienen que ser dibujados en la misma escala.

Tanto los perfiles longitudinales como los transversales se detallan en el **ANEXO 6**, los perfiles transversales con una distancia entre cada uno de 20 metros y en las curvas cada 10 metros.

6.7.1.6. Sección de la vía

El diseño de la sección transversal típica de una vía depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera.

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

- a. Pavimento.
- b. Taludes interiores.
- c. Cunetas.

Dado el orden de nuestra vía en base al volumen de tráfico, siendo de clase IV que se

encuentra en las normas del MTOP, debe tener un ancho de 6.00 m lo suficientemente adecuado y recomendable para evitar el deterioro del pavimento.

En el Cuadro 29 indica los valores del ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, según las Normas de Diseño Geométrico de carreteras del MTOP.

Cuadro 29: Ancho de la Calzada.

ANCHO DE LA CALZADA		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

➤ **Gradientes**

Las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

a. Gradientes transversales

Se denomina **Gradiente transversal o bombeo** a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre ésta, escurra hacia sus espaldones.

En las carreteras de dos carriles de circulación y secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%; en

las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobreelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde el espaldón más elevado al más bajo.

Gráfico 4: Bombeo en sección tangente.



Fuente: El autor

Sin embargo dentro de la transición de la sección en tangente a la de la curva, (Gráfico 5) suele haber un sector donde se complica la conformación de una pendiente transversal adecuada, siendo éste un problema que deberá resolverse en cada caso, en el cual será conveniente considerar la existencia de la pendiente longitudinal.

Gráfico 5: Bombeo en sección en curva



Fuente: El autor

Cuando se construyen terraplenes sobre suelos blandos, con el tiempo, el bombeo, tiende a reducirse porque se produce un mayor asentamiento en el centro de la sección que en los espaldones.

Nuestra vía se diseña con un bombeo del 2%, para proporcionar al agua un desalojo transversal; en estos caminos secundarios existe la tendencia para la formación de surcos en el revestimiento, con desplazamiento del material hacia fuera; formándose zonas de encharcamiento muy perjudiciales, cuando el bombeo no es fuerte.

➤ Carriles de tráfico

Los análisis de capacidad, los estudios de tránsito, determinarán el número básico de vías, se deben establecer para una considerable longitud de camino.

Un principio simple y muy importante es que el conductor debe saber con suficiente anticipación en que carril debe circular, especialmente en áreas urbanas, donde las avenidas tienen varios carriles y los puntos de decisión son frecuentemente cercanos. Una correcta señalización es útil, pero es mejor un correcto diseño de la configuración de los carriles.

➤ **Taludes**

Los taludes de un corte o de un terraplén son superficies inclinadas y generalmente planas limitados por un lado, la inclinación del talud depende de la clase de terreno que corresponde, por lo menos, al ángulo de reposo del material en que ha excavado el corte o con el cual se construye el terraplén. Sin embargo, también pueden influir en el diseño del talud otros factores, como la visibilidad, la apariencia de la vía, el préstamo de material, etc.

Estos taludes son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

➤ **Cunetas**

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

6.7.1.7. Alineamiento horizontal

Alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son:

- ✓ Las tangentes
- ✓ Las curvas, sean éstas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de:

- ✓ La topografía
- ✓ Características hidrológicas del terreno,
- ✓ Condiciones del drenaje,
- ✓ Características técnicas de la subrasante
- ✓ Potencial de los materiales locales.

➤ **Criterios generales**

De acuerdo a las normas de diseño geométrico de carreteras editado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador se deben considerar los siguientes criterios:

En general el proyectista debe combinar curvas amplias con tangentes largas en la medida que permite el terreno. Debe evitarse un alineamiento horizontal zigzagueante con curvas cortas, aunque será necesario proyectar un alineamiento curvilíneo balanceado para caminos de baja categoría en terrenos muy accidentados. Siempre debe tomarse en cuenta en el trazado los aspectos de seguridad y estética de la carretera.

El diseñador debe trazar generalmente curvas de grandes radios, evitando los mínimos especificados para las velocidades de diseño y reservándolos para los casos de condiciones críticas. El alineamiento debe ser direccional en lo posible, de acuerdo con la topografía existente.

Siempre debe buscarse consistencia en el alineamiento, no deben colocarse curvas agudas en los extremos de tangentes largas y deben evitarse cambios súbitos de curvaturas amplias a curvaturas cerradas.

Para pequeños ángulos de deflexión, las curvas deben ser suficientemente largas para no dar la apariencia de un cambio de dirección forzado.

Deben evitarse curvas de radios pequeños sobre rellenos de altura y longitud grandes.

➤ **Tangentes**

Son las proyecciones sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. El punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama **PI** y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ **α** ” (alfa).

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina **tangente intermedia**. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o porque favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

➤ **Radio mínimo**

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

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

Algunos Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos. En intersecciones entre caminos entre sí.
- En vías urbanas.

Utilizando valores máximos de e y f (**Cuadro 30**) se ha determinado el radio mínimo en nuestro proyecto es 80 m.

Cuadro 30: Radios mínimos de curvas para valores límites de e y f.

Velocidad de Diseño (kph)	Peralte Máximo e	f máximo	Total e+f	Radio Mínimo Calculado (m)	Radio mínimo Redondeado (m)
40	0.1	0.165	0.265	47.5412272	50
50	0.1	0.16	0.26	75.7116899	80
60	0.1	0.158	0.258	109.869987	110
70	0.1	0.1462	0.2462	156.712742	160
80	0.1	0.14	0.24	209.973753	210
90	0.1	0.1337	0.2337	272.911971	275
100	0.1	0.1274	0.2274	346.262786	350
110	0.1	0.1211	0.2211	430.916285	435
120	0.1	0.1149	0.2149	527.621344	530

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

➤ **Curvas de transición**

Al pasar de un lineamiento recto a una curva circular aparece la fuerza centrífuga que tiende a desviar el vehículo de la trayectoria que debe recorrer, esto representa una incomodidad y peligro. En realidad lo que ocurre es que para evitar, el conductor instintivamente, no sigue la traza correspondiente a su línea de circulación, sino otra distinta, la cual pasa paulatinamente del radio infinito a la alineación recta al finito de la curva circular.

El conductor se aparta de la línea circular y evita la incomodidad que le produce el cambio brusco de condiciones de equilibrio del vehículo, pero al salir de su línea de circulación aparece el peligro de choque con un vehículo que pueda venir en dirección contraria.

Con las curvas de transición se puede resolver el problema, ya que éstas son curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobreancho.

La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta.

Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud.

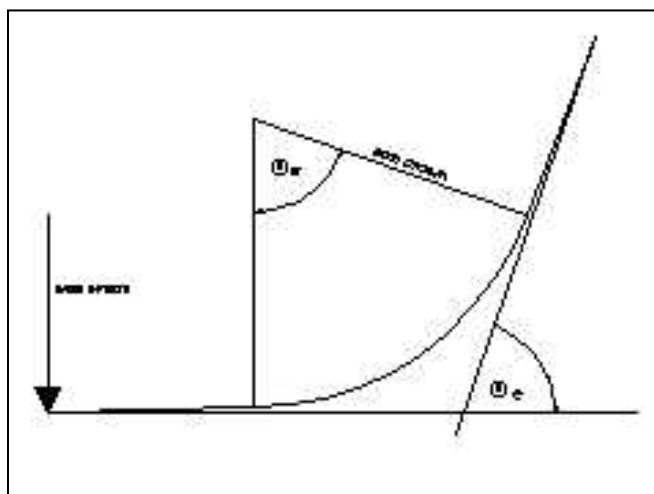
Principales Ventajas Que Ofrecen las Curvas de Transición.

- Las curvas de transición diseñadas adecuadamente ofrecen al conductor una trayectoria fácil de seguir, de manera que la fuerza centrífuga se incremente y decrezca gradualmente conforme el vehículo entra en la curva circular y sale de ella. La fuerza centrífuga pasa de un valor cero, en el comienzo de la curva espiral, al valor máximo al final de la misma en una forma gradual.
- Resulta fácil para un conductor mantenerse en su carril sin disminuir la velocidad.
- La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte cumpliéndose aproximadamente la relación velocidad-radio para el vehículo circulante. Si no se intercala una curva de transición, el peralte debe iniciarse en la parte recta y en consecuencia el vehículo tiende a deslizarse hacia la parte interior de la curva, siendo necesaria una maniobra forzada para mantenerlo en su carril cuando el vehículo aún va en la parte recta.
- Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.
- El aspecto de la curva resulta agradable.

Existen tres formas principales de curvas de transición, que son:

- a.** La clotoide, radioide a los arcos o espiral de Euler o simplemente espiral, esta curva es la de uso más generalizado en carreteras debido a que su aplicación es relativamente más sencilla.
- b.** La Lemniscata de Bernoulli o radioide a las cuerdas.
- c.** La curva elástica o radioide a las abcisas.

Gráfico 6: Curva de transición.



Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

A continuación se presentan los resultados de la curva horizontal simple N.-1. Las otras tablas se encuentran especificadas en el ANEXO 6 en cada curva.

Cuadro 31: Datos de la curva 1.

CURVA 1					
TIPO DE CURVA: ESPIRAL				ELEMENTO	VALOR
ELEMENTO	ABSCISA	COORDENADAS		DELTA	143d33'51"
		NORTE	ESTE	R=	20.00
TE=	0+002.676	9802267.299	766196.010	L=	50.11
EC=	0+012.676	9802263.102	766186.964	Lc=	37.99
PI=	0+304.544	9802117.922	765933.692	Te1=	301.87
CE=	0+062.790	9802294.766	766165.964	Te2=	301.87
ET=	0+072.790	9802301.467	766173.349	Le1=	10.00
				Le2=	10.00

Fuente: El Autor

6.7.1.8. Alineamiento vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las

distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

➤ **Criterios generales**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador emite los siguientes criterios:

1. Se deben cortar los perfiles con Gradientes reversos agudos y continuados, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro, esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves lo que significa mayores cortes y rellenos.
2. Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
3. En ascensos largos, es preferible que las pendientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se lo suavice, también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto pendiente suave en el cual los vehículos pesados puedan aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo suave.
4. En relación a la curva vertical a emplearse en un enlace determinado, se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada.

➤ **Gradientes máximas y mínimas**

En la siguiente tabla se muestra los valores de diseño de las gradientes longitudinales.

Cuadro 32: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)							
CATEGORÍA DE LA VÍA	T.P.D.A ESPERADO	VALOR			VALOR		
		RECOMENDABLE			ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II (Tipo)	> 8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 - 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 - 8000	3	4	7	4	6	8
III	300 - 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 - 300	5	6	8	6	8	12
V	< 100	5	6	8	6	8	14

NOTAS
.- L = Terreno llano, O = Terreno ondulado, M = Terreno montañoso

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

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

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

10—12%, 500 m.

12—14%, 250 m.

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

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

➤ **Longitudes críticas de gradientes para el diseño**

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

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

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

➤ **Curvas verticales.- Cóncavas y Convexas.- Replanteo.**

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

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

Curvas Verticales Convexas.

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

Curvas Verticales Cóncavas.

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

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

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

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

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

donde:

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

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

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

A continuación se muestran los elementos obtenidos de una curva vertical convexa, los datos de las otras curvas se encuentran en el ANEXO 6 y se encuentran en cada curva.

Cuadro 33: Cálculo de curva convexa.

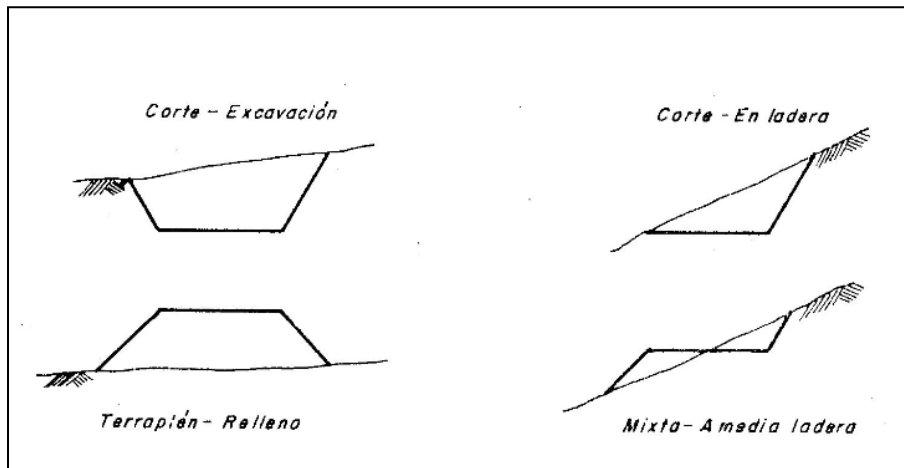
Curva Vertical 1 (Convexa)	
Vd =	50 km/h
S=	210
m₁ =	12.00%
m₂ =	5.00%
Diferencia Algebraica de Gradientes	
A = m ₂ - m ₁	
A = 7 %	
Longitud Mínima de Curva Vertical	
$L_{CV} = A * (S^2 / (122 + 3.5*S))$	$K = S^2 / (122 + 3.5*S)$
$L_{CV} = A * K =$	75m redondeado a 80m

Fuente: El Autor

6.7.1.9. Movimiento de tierra

En una obra vial es fundamental el movimiento de tierra por lo que es indispensable conocer los volúmenes de tierra, a cortar o rellenar. Para eso es preciso fijar el área de las secciones transversales del camino.

Gráfico 8: Secciones transversales típicas.



Fuente: Manual de proyectos geométricos de carreteras, S.O.P.

➤ Áreas de las secciones transversales

Con los valores obtenidos del levantamiento de las secciones transversales que nos determinó la franja topográfica del carretero en estudio, pasamos a calcular las áreas de dichas secciones, para efecto de lo cual existen varios métodos, entre los cuales podemos indicar los tres siguientes más usados:

Método del Trapecio.- Este método es muy utilizado sobre todo en terrenos llanos y consiste en utilizar la siguiente fórmula, la cual se emplea tanto para excavaciones, como para terraplenes.

$$A= H (B + NH)$$

donde:

A= Área de la sección

B= Ancho de la calzada

H= Altura desde el terreno natural hasta la rasante proyectada, sea corte o relleno.

Método Planímetro.- Este método es el más rápido de todos y consiste en graduarlo a la misma escala en que se ha dibujado el plano o la sección, luego se encera y se recorre el perímetro de la sección, esta operación debe ser realizada por lo menos de 3 a 4 veces, los resultados se suman y luego se dividen para el número de recorridos efectuados, obteniendo así el promedio de las lecturas realizadas, para de esta manera tener un resultado más exacto del área calculada.

Método Gráfico.- Este método consiste en dividir la sección de figuras geométricas, ya sean cuadrados, triángulos o trapecios, luego se calcula el área de cada una de las figuras y la sumatoria de todas estas áreas parciales nos da el área total de la sección

➤ Cálculo de volúmenes

Una vez que se han calculado las áreas de las secciones transversales, se puede proceder a calcular el volumen correspondiente entre ellas.

El cálculo de los volúmenes para el movimiento de tierra, se lo hallará utilizando las siguientes fórmulas.

Cuando se consideran dos secciones iguales, ya sean de corte o de relleno, tendremos que:

$$V_C = (A_{C1} + A_{C2}) * D/2$$

$$V_R = (A_{R1} + A_{R2}) * D/2$$

donde:

V= volumen en m³

A_C = Área de corte.

A_R = Área de relleno

D= distancia entre las dos secciones.

Cuando se tenga dos secciones iguales, es decir, una en corte y otra en relleno y será:

$$V_c = D/2 * A_c^2 / (A_c + A_r)$$

$$V_R = D/2 * A_r^2 / (A_c + A_r)$$

donde:

V_R = Volúmenes de relleno.

V_c = Volúmenes de corte.

A_c = Área de corte.

A_r = Área de relleno.

D = distancia entre secciones.

Cuando tenemos un área de corte o de relleno y el área contigua es 0 o viceversa:

$$V_R = A_r * D/2$$

$$V_c = A_c * D/2$$

donde:

V_R = Volúmenes de relleno.

V_c = Volúmenes de corte.

A_c = Área de corte.

A_r = Área de relleno.

D = distancia entre secciones.

Los volúmenes calculados en nuestro proyecto se presentan a continuación en el Cuadro 34 los resultados de los demás tramos se encuentran en el ANEXO 5.

Cuadro 34: Áreas y volúmenes.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
PROYECTO: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag						
PREPARADO POR: Eduardo Pérez.						
DETALLE: Áreas y volúmenes de corte y relleno.						
ABSCISA	ÁREAS		VOLÚMENES		VOLÚMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+000	3.481	0				
			6.434	0	6.434	0
0+002.676	1.327	0				
			17.491	5.33	23.925	5.33
0+010	3.45	1.455				
			10.858	3.576	34.783	8.906
0+012.676	4.664	1.217				
			70.276	4.455	105.059	13.361
0+020	14.528	0				
			198.497	0	303.557	13.361
0+030	25.171	0				
			304.911	0	608.468	13.361
0+040	35.811	0				
			446.114	0	1054.581	13.361
0+050	53.412	0				
			791.995	0	1846.576	13.361
0+060	104.987	0				
			308.87	0	2155.447	13.361
0+062.790	116.442	0				
			877.501	0	3032.948	13.361
0+070	126.963	0				
			353.433	0	3386.381	13.361
0+072.790	126.413	0				
			902.319	0	4288.7	13.361
0+080	123.876	0				
			1176.828	0	5465.527	13.361

Fuente: El autor

➤ Diagrama de masas

La estimación de la cantidad de movimiento de tierra de cualquier proyecto es necesaria para el primer paso en el planteamiento, para un mejor control de las operaciones.

El diagrama de masas es la representación gráfica de la curva de volúmenes que muestra o indica la suma algebraica acumulada de los volúmenes de corte y relleno.

El gráfico del diagrama de masas nos ofrece un sistema conveniente para analizar las distancias del acarreo o sobre acarreo en los sitios que sean necesarios del material, ya sea corte o relleno, o la conveniencia de hacer un préstamo lateral, de tierra para los sitios que sean necesarios.

Este diagrama tiene como ordenadas los volúmenes acumulados y las abscisas son iguales a las del proyecto. Este diagrama es indispensable para el estudio económico del material.

Para la acumulación del material se considera (+) y a los de relleno deben ser con signo (-) la suma se hará algebraicamente es decir sumando los de signos positivos y restando los de signos negativos.

Las cantidades de corte y relleno deben ser ajustadas antes de que se calcule el diagrama de masas.

Para poder utilizar correctamente las curvas de masas es necesario conocer algunas propiedades de la misma:

La ordenada de cualquier punto sobre la curva de masas es representada en m^3 acumulados de corte o de relleno que hay hasta ese punto en el perfil longitudinal.

Cuando la curva crece de izquierda a derecha existe corte y si la curva decrece de izquierda hacia derecha existe relleno o viceversa.

Toda línea horizontal que corta la curva de masas marcará puntos consecutivos entre los cuales habrá compensación, es decir que los volúmenes de corte y relleno son iguales, a esta línea se la conoce con el nombre de línea de compensación y balance.

La pendiente pronunciada de las curvas de masas indican grandes cortes o rellenos y las pendientes suaves indican pequeños movimientos de material.

Cuando la curva de masa está sobre la línea compensadora el acarreo del material será hacia adelante, los acarreos del material se realizan de izquierda a derecha y cuando la curva se encuentra bajo la línea compensadora los acarreos del material se harán de derecha a izquierda.

Los principales objetivos de las curvas de masas son:

Compensar volúmenes, controlar los préstamos y desperdicios, fijar los límites de acarreo libre.

6.7.2. Diseño del Pavimento Flexible Método AASHTO 93

6.7.2.1. Cálculo de Ejes Equivalentes

Para determinar la tabla de ejes equivalentes es necesario contar con la tabla de factor de daño, considerando que son ejes simples de 8.2 Tons.

Cuadro 35: Factor de daño según el tipo de vehículo

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6)^4	tons	(P/8.2)^4	tons	(P/15)^4	tons	(P/23)^4	
BUS	4	0.1	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0							1.29
	7	1.3							
C-2G	6	0.7	11	3.24					3.92
C-3	6	0.7			18	2.08			2.76
C-4	6	0.7					25	1.4	2.08
C-5	6	0.7			18	2.08			4.83
C-6	6	0.7			18	2.08	25	1.4	4.15

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

Para calcular el número de ejes equivalentes se va a utilizar la siguiente formula:

$$W_{18} \text{ acumulado} = \{[(TPDA \text{ buses} * \text{Factor de daño de buses}) + (TPDA \text{ camiones C-2P} * \text{Factor de daño de camiones C-2P}) + (TPDA \text{ camiones C-2G} * \text{Factor de daño de camiones C-2G}) + (TPDA \text{ camiones C-3} * \text{Factor de daño de camiones C-3}) + (TPDA \text{ camiones C-3} * \text{Factor de daño de camiones C-3}) + (TPDA \text{ camiones C-4} * \text{Factor de daño de camiones C-4}) + (TPDA \text{ camiones C-5} * \text{Factor de daño de camiones C-5}) + (TPDA \text{ camiones C-6} * \text{Factor de daño de camiones C-6})] * 365\} + W_{18} \text{ (anterior)}.$$

$$W_{18} \text{ acumulado} = \{[(17*1.04) + (45*1.29)]*365\} + 0$$

$$W_{18} \text{ acumulado} = 27641$$

$$W_{18} \text{ por carril de diseño} = 13821$$

Para 10 años los ejes equivalentes para el diseño por carril es = 192716

Para 20 años los ejes equivalentes para el diseño por carril es = 476219

En el siguiente cuadro se muestra el cálculo de ejes equivalentes para cada año desde el 2012 hasta el 2032.

Cuadro 20: Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Toneladas

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TONS														
AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				CAMIONES						AC
	autos	Buses	camiones	TPD total	autos	buses	camiones	C-2P	C-2G	C-3	C-4	C-5	C-6	
2012	4.0%	3.5%	5.0%	123	61	17	45	45	0	0	0	0	0	
2013	4.0%	3.5%	5.0%	128	63	18	47	47	0	0	0	0	0	
2014	4.0%	3.5%	5.0%	134	66	18	50	50	0	0	0	0	0	
2015	4.0%	3.5%	5.0%	140	69	19	52	52	0	0	0	0	0	
2016	4.0%	3.5%	5.0%	146	71	20	55	55	0	0	0	0	0	
2017	4.0%	3.5%	5.0%	151	74	20	57	57	0	0	0	0	0	
2018	4.0%	3.5%	5.0%	158	77	21	60	60	0	0	0	0	0	
2019	4.0%	3.5%	5.0%	165	80	22	63	63	0	0	0	0	0	
2020	4.0%	3.5%	5.0%	171	83	22	66	66	0	0	0	0	0	
2021	4.0%	3.5%	5.0%	180	87	23	70	70	0	0	0	0	0	
2022	4.0%	3.5%	5.0%	187	90	24	73	73	0	0	0	0	0	
2023	4.0%	3.5%	5.0%	196	94	25	77	77	0	0	0	0	0	
2024	4.0%	3.5%	5.0%	205	98	26	81	81	0	0	0	0	0	
2025	4.0%	3.5%	5.0%	214	102	27	85	85	0	0	0	0	0	
2026	4.0%	3.5%	5.0%	223	106	28	89	89	0	0	0	0	0	
2027	4.0%	3.5%	5.0%	232	110	28	94	94	0	0	0	0	0	
2028	4.0%	3.5%	5.0%	241	114	29	98	98	0	0	0	0	0	
2029	4.0%	3.5%	5.0%	253	119	31	103	103	0	0	0	0	0	
2030	4.0%	3.5%	5.0%	264	124	32	108	108	0	0	0	0	0	
2031	4.0%	3.5%	5.0%	276	129	33	114	114	0	0	0	0	0	
2032	4.0%	3.5%	5.0%	287	134	34	119	119	0	0	0	0	0	

6.7.2.2. Diseño del Pavimento Flexible Método AASHTO 93

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

La metodología que se emplea para el Diseño de Pavimento es la Guía de Diseño de Pavimentos del Método AASHTO aplicado al Ecuador, año 1993, este método es adoptado por el Ministerio de Obras Públicas.

Para carreteras de nuestro país, las características principales de este método son:

- El tránsito combinado de vehículos livianos y pesados es convertido y expresado como un número equivalente de ejes de una determinada carga tipo según el AASHTO es de 8180 Kg.
- La escala de valores soporte del suelo del Método AASHTO ha sido correlacionada a una escala estimada de valores C.B.R., con el que se considera las condiciones de sub-rasante.

a. Ecuación de diseño para pavimento flexible

El diseño del pavimento está basado en encontrar un “Número Estructural (SN)” para el pavimento flexible que pueda soportar las cargas solicitantes. Para determinar el número estructural el método proporciona la ecuación general que es la siguiente:

$$\log_{10} Wt_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

donde:

W_{18} = Ejes Equivalentes.

Z_R = Desviación estándar normal.

S_O = Desviación estándar global.

SN = Número Estructural.

Δ PSI = Cambio en la Servicialidad.

M_R = Módulo de Resiliencia.

b. Tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado (W_{18}).

Para el cálculo del tránsito, el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 Tons) acumulados durante el periodo de diseño.

Cuadro 37: Periodo de análisis del pavimento.

TIPOS DE CARRETERAS	Periodo de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE).

Cuadro 38: Porcentaje de ejes equivalentes.

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W_{18} en el carril de diseño, DL
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

c. Confiabilidad “R”

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

Cada valor de “R” está asociado estadísticamente a un valor de coeficiente Z_r (Desviación estándar normal). A su vez, determina, en conjunto con el factor S_o (Desviación estándar normal), un factor de confiabilidad.

Niveles sugeridos de confiabilidad “R” de acuerdo a la clasificación funcional del camino.

Cuadro 39: Nivel de confiabilidad

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD "R" RECOMENDADO	
	URBANA	RURAL
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

Valores de desviación estándar normal, Z_r , corresponden a los niveles de confiabilidad, R .

Cuadro 40: Desviación estándar

CONFIABILIDAD ,R, EN PORCENTAJE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL, Zr
50	- 0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

d. Desviación estándar global “So”

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), descrita anteriormente; es este paso deberá seleccionarse un valor de So “Desviación Estándar Global”, representativo de las condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Para pavimentos flexibles: $0,40 < So < 0,50$

Se recomienda usar 0.45

e. Módulo de resiliencia “Mr”

Módulo de resiliencia de la sub-razante.

La sub-razante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década del 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la sub-razante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el **C.B.R.**, compresión simple son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos necesarios para determinar el Mr y proponer el uso de la conocida correlación con el C.B.R:

$Mr \text{ (psi)} = 1500 \times CBR$ para $CBR < 10\%$ (sugerido por el AASHTO)

$Mr \text{ (psi)} = 3000 \times CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% (Ecuación desarrollada en Sudáfrica)

$Mr \text{ (psi)} = 4326 \times \ln CBR + 241$ (Utilizada para suelos granulares por la propia guía AASHTO)

Se va a escoger la segunda fórmula ya que no es un suelo con mucho suelo granular.

f. Índice de serviciabilidad (PSI)

Es un número entre 0 y 5, obtenido mediante una fórmula, es para estimar la condición del pavimento en base a determinadas características físicas tales como huellas o surcos producidos por el tráfico, rugosidad de la superficie, grietas, etc.

Cuando se construye el pavimento por primera vez, generalmente tiene un índice de suficiencia cuyo valor está entre 4 y 5 que depende de cómo se haya construido el pavimento. Después de construido, el índice de servicio se reduce gradualmente por el uso y el mantenimiento normal a un valor de 2 o menos.

Los pavimentos deben ser repavimentados antes de que por su deterioro lleguen a un índice de suficiencia inferior a 2.

Correlación entre el índice de suficiencia y la condición del pavimento

Cuadro 41: Índices de suficiencia del pavimento.

ÍNDICE DE SUFICIENCIA	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
5	
	Muy bueno
4	
	Bueno
3	
	Regular
2	
	Malo
1	
	Muy malo
0	

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

El primer requerimiento de diseño es el de seleccionar el índice de suficiencia que se desea.

Normalmente un índice final $P_t = 2.5$, debe ser escogido para pavimentos de carreteras principales y un $P_t = 2$, para carreteras menores, y el índice inicial se recomienda que sea de $P_i = 4.2$ para pavimentos flexibles. Si se considera un número menor por razones económicas, anticipadamente se necesitará una pronta reconstrucción del pavimento.

g. Valor soporte del suelo de la sub-rasante (CBR)

Para el diseño se considera un valor CBR de 30% que tenemos como dato, el cual se lo obtuvo de los ensayos de suelos, debemos tomar en cuenta que se debe diseñar el pavimento para el menor CBR obtenido de todo la vía.

h. Coeficientes estructurales

Los materiales utilizados en cada una de las capas de la estructura de pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tiene un coeficiente estructural “ α_1 ”. Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de la prueba AASHTO de 1958 – 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método.

➤ Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (α_1)

Si conocemos el módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica en PSI o si conoce la Estabilidad Marshall en libras:

El valor del módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica (E_1), en MPa, es aproximadamente:

$$E_1 = 860 \times \frac{EM}{FL} \times 10^{0.035(30-T)}$$

donde:

EM = Estabilidad Marshall (KN). Nota: 1 KN = 224.96 Lbs.

FL = Flujo de deformación Marshall (mm).

T = Temperatura de cálculo en °C (21 °C).

La mezcla deberá cumplir los requisitos indicados a continuación:

Cuadro 42: Ensayo método Marshall

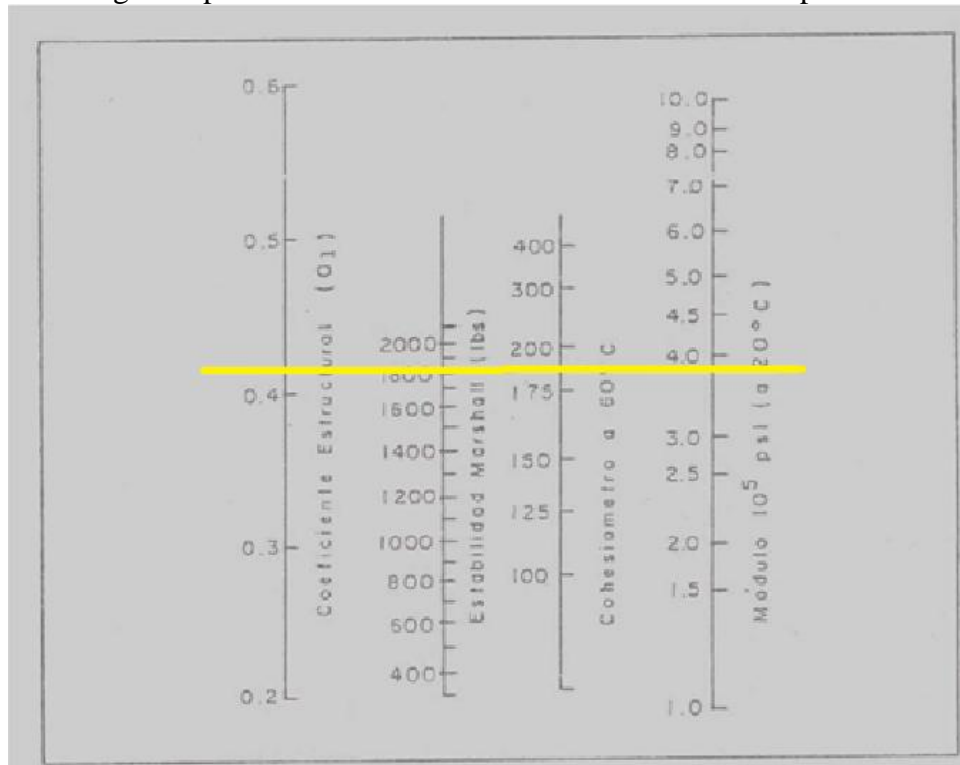
ENSAYO MÉTODO MARSHALL		
DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO
N° de golpes		75
Estabilidad (Lbs)	1800	
Flujo (Pulg./100)	8	16
% de vacíos	3	5

Fuente: AASHTO 1993

Si se conoce la Estabilidad de Marshall en libras

Con un asfalto de una estabilidad de 1800 lbs.

Grafico 9. Monograma para estimar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica



Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

Con la utilización del monograma obtenemos el coeficiente estructural de 0.42

Cuadro 43: Valores de α_1

MÓDULO ELÁSTICO		VALORES DE α_1
PSI	MpA	
125000	875	0.22
150000	1050	0.25
175000	1225	0.28
200000	1400	0.295
225000	1575	0.32
250000	1750	0.33
275000	1925	0.35
300000	2100	0.35
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.42
425000	2975	0.435
450000	3150	0.44

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

➤ **Coeficiente estructural de la base (α_2)**

La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos o en disposiciones especiales, el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Gráfico10: Monograma para estimar el coeficiente estructural y módulo de resiliencia de la base.



Cuadro 44: Valores de α_2

BASE DE AGREGADOS	
CBR %	α_2
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

El módulo de resiliencia la obtenemos del monograma y el valor es de 27.86 Ksi.

➤ **Coficiente estructural de la sub base (α_3)**

La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y secciones transversales señaladas en los planos.

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Gráfico11: Monograma para estimar el coeficiente estructural y módulo de resiliencia de la sub-base.



Cuadro 45: Valores de α_3

BASE DE AGREGADOS	
CBR %	α_3
10	0.08
15	0.093
20	0.095
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

Fuente: AASHTO 1993

El módulo de resiliencia la obtenemos del monograma y el valor es de 16.56 Ksi.

i. Coeficientes de drenaje (m2, m3)

La calidad de drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa base y sub-base).

Cuadro 46: Diferentes niveles de drenaje

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	El agua no drena

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

En el Cuadro 47 se presentan los valores recomendables para m2, m3 (base y sub-base granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año; en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación.

Cuadro 47: Valores de m2, m3.

CALIDAD DE DRENAJE	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	Mas de 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: Apuntes Ing. Fricson Moreira

Escogeremos un valor promedio el cual es de 0.93.

j. Ingreso de datos en el programa AASHTO 1993.

Debemos calcular los datos de los módulos de resiliencia para la base, sub-base y subrasante con la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que dividimos para 1000 para obtener los datos en ksi:

$$M_r \text{ (ksi)} = (4326 \times \ln \text{ CBR} + 241) / 1000$$

Los demás datos ya los hemos obtenido anteriormente así que solo los ingresamos. Después de ingresar todos los datos debemos tantear los valores de SN hasta obtener la igual como se muestra en el Cuadro 32.

Cuadro 48: Tanteo del número estructural

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL :			SN _{TOTAL}
N18 NOMINAL	N18 CALCULO	SN	
5.68	5.68	2.04	
5.68	5.68	1.60	
5.68	5.69	1.97	
FIJO	VARIABLE	AJUSTAR	

Fuente: AASHTO 1993

Cuadro 49: Diseño de pavimento flexible Método AASHTO 1993

6.7.2.13. Resumen del diseño del pavimento.

CBR de la sub-rasante = 30

NE para un período de tráfico de 20 años = 2.04

Coefficiente de la capa de rodadura $a_1 = 0.420$

Coefficiente de la capa de la base $a_2 = 0.133$

Coefficiente de la capa de la sub-base con arena- grava $a_3 = 0.120$

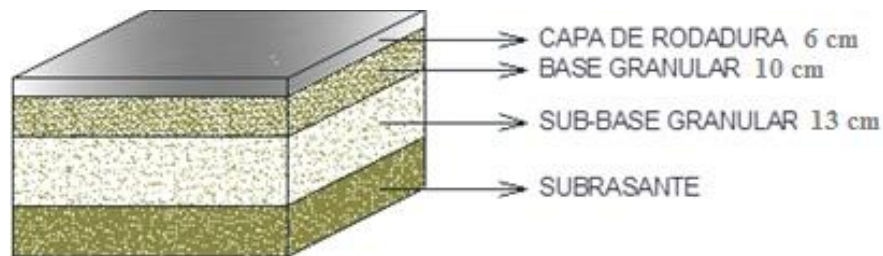
Espesor de la capa de rodadura de hormigón asfáltico = 6 centímetros.

Espesor de la capa de la base conformada con material producto de la trituración = 10 centímetros

Espesor de la capa de la sub-base conformada con arena - grava = 13 centímetros

La capa de la sub-rasante quedará sin modificaciones.

Gráfico 12: Esquema del pavimento.

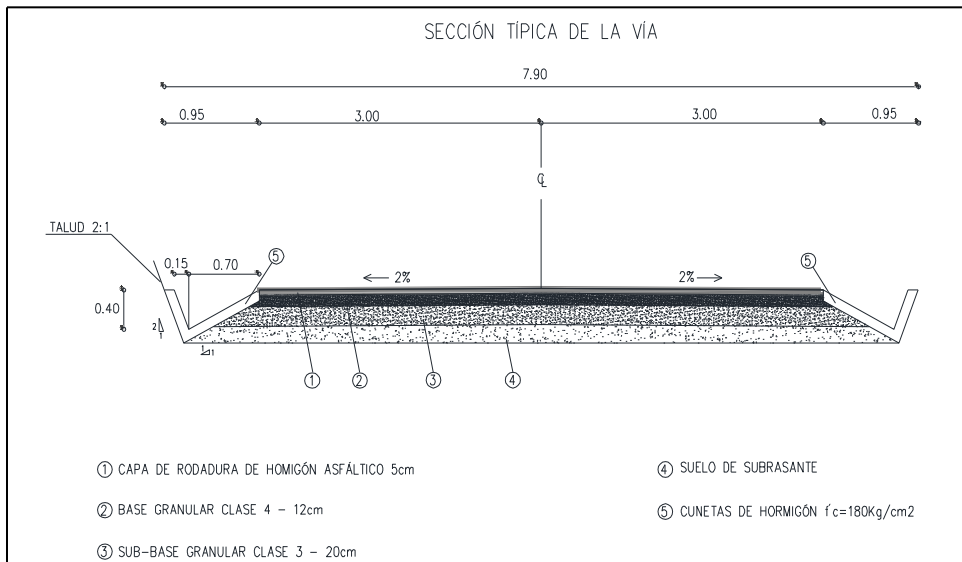


Fuente: El autor

6.7.2.14. Sección típica de la vía

La sección típica de la vía Tulabug Escalera – Comunidad Santa Ana de Guagñag va a ser de tipo Clase IV de 7,90 metros de ancho de la vía desde la cuneta hasta el talud, la profundidad de la cuneta va a ser de 0,40 metros desde la rasante y tiene un ancho total de 0.95 metro y esta es revestida de hormigón, la capa de rodadura se establece con pavimento asfáltico con una altura de 6 cm, se va a tener una capa de base de 10 cm, la capa de sub-base va a ser de 13 cm, la subrasante no va a ser mejorada ya que la resistencia es alta (C.B.R. de 30)

Gráfico 13: Sección típica de la vía.



Fuente: El autor

La pendiente transversal de la vía va a ser del 2% por tratarse de una superficie de rodadura de hormigón asfáltico.

El levantamiento de la vía se lo realizó utilizando equipos de topografía de precisión como es la estación total, con estos datos se obtenidos se procedió a realizar el eje longitudinal con su respectivo ancho y el perfil vertical, teniendo en cuenta que se respetaron todos los parámetros de diseño los cuales nos da el MTOP.

Los planos definitivos los cuales fueron dibujados en AUTOCAD V 2012 se presentan en el Anexo 6 con sus respectivas escalas.

6.7.3. Presupuesto referencial

Los precios unitarios se encuentran en el Anexo 4.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO: Diseño y mejoramiento de la vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag					
PREPARADO POR: Eduardo Pérez					
UBICACIÓN: Santa Ana de Guagñag - Parroquia Licto - Catón Riobamba - Provincia de Chimborazo					
FECHA: Octubre 2012					
ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS	
				UNITARIO	TOTAL
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Has	1.15	263.37	302.88
2	Excavación sin clasificar y relleno	m3	108800.19	1.56	169728.30
3	Desalojo de material	m3/Km	104218.46	0.46	47940.49
4	Acabado de la obra básica existente	m2	15171.38	0.57	8647.69
5	Excavación y relleno de estructuras	m3	90.44	2.40	217.06
6	Tubería de acero corrugado Ø = 1.20m e=2,5mm	ml	133	274.12	36457.96
7	Sub-base granular clase 3 incluye transporte	m3	4563.30	14.97	68312.60
8	Base clase 4 e incluye transporte	m3	2737.98	15.98	43752.92
9	Capa de rodadura H. asfáltico (mezcla en planta e=5cm)	m2	2281.65	8.00	18253.20
10	Cunetas	ml	760	12.00	9120
11	Señalización Horizontal (marcas pavimento)	Km	11.41	550	6275.50
12	Señalización Vert. A preventivas 0.75x0.75 m y d=0,75m	U	14	121.52	1701.28
13	Señalización Vert. A informativas 0.60x0.75m	U	19	115.02	2185.38
TOTAL					412895.26

6.8. ADMINISTRACIÓN

6.8.1. Recursos económicos

La institución inmersa en la planificación vial como es el Consejo Provincial debe conceder los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, que contemplen los últimos avances de la tecnología vial y sobre todo los métodos más actualizados en la construcción.

6.8.2. Recursos técnicos

Se requiere técnicos especializados en la construcción de vías ya que ellos están al tanto de los nuevos adelantos en materiales, equipos y fundamentos científicos para que se pueda cumplir con eficiencia y rapidez la construcción de la vía.

6.8.3. Recursos administrativos

La administración es la encargada de la planificación, organización, dirección y control en los diseños de las vías, se deberá contratar los servicios de personas capacitadas para la ejecución de la construcción y de igual manera la maquinaria necesaria para los distintos trabajos a realizarse.

6.9. METODOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

- ✓ Se llevará a cabo el replanteo, referenciación y nivelación del eje definitivo del camino.
- ✓ Se efectuará el desbroce, desbosque y limpieza del terreno.
- ✓ Excavación y relleno de material sin clasificar.
- ✓ Conformación de obras de arte.
- ✓ Colocación de la sub – base granular.
- ✓ Colocación de la Base.
- ✓ Realización de cunetas.

- ✓ Imprimación y colocación de la capa de rodadura.
- ✓ Realización de cunetas.
- ✓ Colocación de señalización (marcas de pavimento)
- ✓ Ubicar la señalización vertical.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO), 2007.
- ✓ Caminos en el Ecuador, Estudio y Diseño, Antonio Salgado, 1989.
- ✓ Constitución de la República del Ecuador, 2010.
- ✓ Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002, Quito.
- ✓ Normas de Diseño de Carreteras, Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOPT), 2003, Quito.
- ✓ Wikipedia, Diseño y Construcción de vías.
- ✓ Russell C. Brinker / Paul R. Wolf, Topografía Moderna Segunda Edición, Haria, México.
- ✓ Alvaro Torres Nieto – Eduardo Villate Bonilla, Topografía, Editorial Norma, Bogotá – Colombia.
- ✓ Juarez Badillo – Rico Rodriguez Alfonso, Mecánica de Suelos, Editorial Limusa, México 1977.
- ✓ Apuntes de pavimentos del Ingeniero Fricson Moreira.

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Fotografías.

Anexo 2: Datos del levantamiento topográfico.

Anexo 3: Ensayos de Laboratorio.

Anexo 4: Precios Unitarios.

Anexo 5: Tabla de áreas y volúmenes de la vía.

Anexo 6: Tablas del conteo de tráfico

Anexo 7: Planos del levantamiento topográfico, diseño horizontal y vertical, perfiles transversales.

ANEXO 1

Fotografías del Proyecto.

Estado de la capa de rodadura.



Estado de la capa de rodadura.



Circulación vehicular



Viviendas adyacentes a la vía



Comunidad Santa Ana de Guagñag



Levantamiento Topográfico



Calicatas



Ensayos de Laboratorio



ANEXO 2.

Datos del levantamiento topográfico (solo se encuentra una parte).

NÚMERO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	766159	9802240	2984	
2	766139	9802351	3015	Rf2
3	766139.412	9802348.71	3013.995	Rf2
4	766228.486	9802349.29	2986.304	Ax1
5	766263.844	9802323.08	2964.789	Via
6	766262.539	9802324.81	2969.061	Top
7	766259.117	9802331.1	2969.778	Top
8	766271.226	9802316.84	2965.058	Via
9	766258.239	9802332.29	2972.137	Top
10	766280.849	9802311.12	2960.139	Top
11	766255.568	9802315.96	2965.746	Via
12	766254.367	9802317.73	2969.519	Top
13	766249.026	9802312.99	2966.71	Via
14	766248.293	9802314.51	2970.225	Top
15	766256.065	9802303.86	2966.85	Via
16	766244.304	9802319.74	2971.782	Top
17	766258.434	9802299.96	2963.688	Top
18	766242.509	9802324.2	2975.574	Top
19	766264.644	9802290.96	2960.183	Top
20	766238.078	9802311.31	2967.618	Via
21	766237.042	9802314.52	2974.016	Top
22	766229.48	9802306.06	2968.473	Via
23	766228.582	9802307.85	2974.089	Top
24	766235.6	9802302.58	2967.842	Via
25	766240.653	9802295	2968.086	Via
26	766234.785	9802318.88	2976.54	Top
27	766240.343	9802289.28	2965.735	Cas
28	766236.403	9802283.09	2965.434	Cas
29	766241.259	9802279.93	2963.383	Cas
30	766233.374	9802284.74	2966.128	Top
31	766225.485	9802271.15	2965.473	Cami
32	766222.635	9802272.77	2965.386	Cami
33	766242.44	9802294.8	2967.938	Cami
34	766238.213	9802294.1	2968.158	Cami
35	766217.745	9802298.25	2970.168	Via
36	766220.488	9802293.28	2970.267	Via

NÚMERO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
37	766220.651	9802292.682	2968.969	Via
38	766226.196	9802286.073	2968.912	Via
39	766217.07	9802299.473	2974.316	Top
40	766230.823	9802283.762	2966.034	Cami
41	766232.907	9802280.633	2965.905	Cami
42	766213.778	9802304.599	2977.264	Top
43	766216.25	9802278.596	2969.189	Alcan
44	766210.531	9802285.768	2969.728	Alcan
45	766209.777	9802287.032	2971.671	Via
46	766206.71	9802290.964	2971.835	Via
47	766206.311	9802291.467	2974.25	Top
48	766203.577	9802296.728	2976.941	Top
49	766203.345	9802282.699	2972.866	Via
50	766198.96	9802286.553	2974.46	Top
51	766199.188	9802286.413	2972.995	Via
52	766204.083	9802281.619	2970.219	Via
53	766209.344	9802285.517	2969.861	Via
54	766206.207	9802270.034	2969.939	Via
55	766194.431	9802271.916	2970.816	Via
56	766218.801	9802267.564	2965.748	Cami
57	766222.822	9802264.967	2965.668	Cami
58	766213.152	9802272.187	2970.372	Top
59	766206.835	9802266.92	2970.843	Top
60	766199.015	9802252.865	2971.629	Top
61	766186.631	9802260.632	2971.623	Via
62	766194	9802255.557	2971.122	Via
63	766186.26	9802260.982	2972.201	Top
64	766189.357	9802245.233	2971.815	Via
65	766181.713	9802249.643	2972.039	Via
66	766180.287	9802250.458	2973.309	Top
67	766193.271	9802243.521	2971.965	Top
68	766180.658	9802248.568	2972.571	Top
69	766191.481	9802236.633	2972.035	Top
70	766187.269	9802236.944	2972.448	Via
71	766177.974	9802237.959	2972.732	Via
72	766176.85	9802225.342	2973.411	Via
73	766185.651	9802223.805	2973.344	Via
74	766176.961	9802209.555	2974.019	Via
75	766185.585	9802208.676	2974.179	Via

NÚMERO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
76	766175.593	9802224.808	2975.281	Top
77	766175.107	9802212.021	2976.882	Top
78	766174.57	9802245.907	2973.814	Top
79	766175.985	9802247.022	2972.77	Top
80	766176.166	9802251.543	2973.527	Top
81	766171.532	9802251.325	2977.071	Top
82	766178.114	9802258.011	2973.324	Top
83	766174.983	9802259.398	2976.649	Via
84	766182.674	9802263.886	2972.569	Top
85	766180.444	9802265.74	2975.598	Via
86	766191.332	9802272.342	2972.826	Top
87	766188.993	9802272.874	2974.462	Via
88	766179.804	9802273.683	2975.081	Via
89	766185.385	9802277.357	2974.178	Via
90	766185.537	9802278.06	2976.075	Top
91	766179.141	9802274.116	2976.708	Top
92	766171.741	9802268.393	2976.244	Via
93	766167.869	9802267.82	2977.39	Via
94	766170.578	9802258.035	2976.852	Via
95	766166.268	9802269.839	2978.193	Via
96	766162.438	9802257.808	2977.266	Via
97	766158.583	9802262.323	2977.935	Via
98	766167.402	9802274.726	2979.094	Via
99	766155.813	9802265.997	2978.46	Via
100	766154.579	9802265.647	2978.585	Grad
101	766155.12	9802273.914	2979.251	Cerr
102	766155.937	9802273.981	2979.068	Via
103	766168.088	9802271.858	2979.489	Top
104	766155.588	9802261.064	2978.526	Top
105	766155.432	9802261.048	2980.483	Grad
106	766154.146	9802260.957	2980.49	Cerr
107	766155.12	9802248.353	2983.935	Cerr
108	766156.192	9802248.598	2983.929	Grad
109	766156.728	9802248.56	2983.851	Cerr
110	766160.302	9802249.268	2983.681	Top
111	766160.79	9802240.14	2983.801	Top
112	766162.146	9802230.807	2983.581	Top
113	766164.449	9802222.785	2983.881	Top
114	766165.352	9802215.314	2983.57	Top

ANEXO3: Ensayo de laboratorio

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL										LABORATORIO DE SUELOS	
MUESTRA 1		ABSCISA 0+000									
COMPACTACION											
METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO											
ESPECIFICACIONES:		CAPA S	5	GOLPE S	56	PESO	10lb	ALTUR A	18"		
PARA TODOS 6000gramos											
MUESTRA	A		B		C		D				
HUMEDAD AÑADIDA %	2		5		9		11				
AGUA AUMENTADA (cc)	120		300		540		660				
MOLDE #	2		2		2						
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20734		21007		21002		20973				
PESO MOLDE (gr)	16818		16830		16818		16830				
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3916		4177		4184		4143				
CONT. PROM. AGUA %	26.820		27.137		30.275		32.410				
CONSTANTE MOLDE (cm3)	2298.17		2277.36		2298.17		2277.36				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.704		1.834		1.821		1.819				
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.344		1.443		1.397		1.374				
CONTENIDO DE HUMEDAD											
CONTENIDO DE AGUA											
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2					
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	321.50	295.40	318.70	303.40	326.80	315.70	374.80	353.00			
TARRO + SUELO SECO (gr)	277.90	262.70	278.50	265.40	280.80	270.00	314.80	295.50			
PESO AGUA (gr)	43.60	32.70	40.20	38.00	46.00	45.70	60.00	57.50			
PESO TARRO (gr)	129.60	127.80	127.70	127.80	130.00	117.90	128.50	119.20			
PESO SUELO SECO (gr)	148.30	134.90	150.80	137.60	150.80	152.10	186.30	176.30			
CONTENIDO DE AGUA %	29.4	24.24	26.658	27.616	30.504	30.046	32.206	32.615			
CONTENIDO PROM AGUA %	26.820		27.137		30.275		32.410				

HUMEDAD OPTIMA 28.80 %
DENSIDA SECA MÁXIMA 1.415

MUESTRA 1 ABSCISA=0+00 h=12.6
0 Df BASE 6 $\phi=15,70$ V=3263,44

COMPACTACION

METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO

ESPECIFICACIONES:	CAPAS	5	GOLPE S	11,27,5 6	PESO	10lb	ALTUR A		18"	
PARA TODOS 6000gramos										
MUESTRA - GOLPES	A 11	B 27		C 56		D		E		
HUMEDAD AÑADIDA %	8.6	8.6		8.6						
AGUA AUMENTADA (cc)	516	516		516						
MOLDE #	2A	2A		2A						
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20600	20798		20862						
PESO MOLDE (gr)	16792	16792		16792						
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3808	4006		4070						
CONT. PROM. AGUA %	23.064	22.491		21.672						
CONSTANTE MOLDE (cm3)	2450.88	2450.88		2450.88						
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.554	1.635		1.661						
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.263	1.334		1.365						
CONTENIDO DE HUMEDAD										
CONTENIDO DE AGUA										
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2				
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	109.50	114.40	101.10	110.60	143.20	133.60				
TARRO + SUELO SECO (gr)	94.80	98.70	88.30	96.00	123.10	115.60				
PESO AGUA (gr)	14.70	15.70	12.80	14.60	20.10	18.00				
PESO TARRO (gr)	31.00	30.70	31.20	31.30	31.70	31.30				
PESO SUELO SECO (gr)	63.80	68.00	57.10	64.70	91.40	84.30				
CONTENIDO DE AGUA %	23.04	23.09	22.42	22.57	21.99	21.35				
CONTENIDO PROM AGUA %	23.064		22.491		21.672					

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO

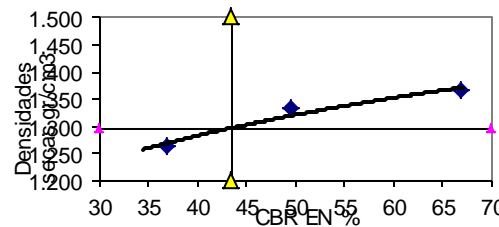
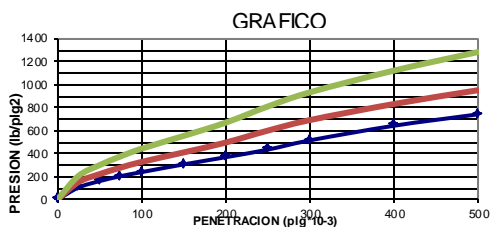
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C 56				2-C 27				3-C 11			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ			LECT DIAL	ESPONJ		
	HOR A	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
01-abr-09	16:00	0	6.54	5.00	0.00	0.00	8.31	5.00	0.00	0.00	4.33	5.00	0.00	0.00
02-abr-09	16:02	1	6.95		0.41	0.08	8.89		0.58	0.12	4.89		0.56	0.11
03-abr-09	16:04	2	7.20		0.66	0.13	9.40		1.09	0.22	5.07		0.74	0.15
04-abr-09	16:06	3	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19
05-abr-09	16:08	4	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40*2,2 lb/pl³ AREA DEL PISTON: 3pl²

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PEN E TRA C "10-3	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEID A	COR G			LEID A	COR G			LEID A	COR G	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0		25	319.0	106			459.0	153			619.0	206		
1		50	487.0	162			669.0	223			902.0	301		
1		75	615.0	205			838.0	279			1130.0	377		
2		100	722.0	241		24.0	988.0	329		32.9	1332.0	444		44.4
3		150	923.0	308			1235.0	412			1665.0	555		
4		200	1111.0	370		37.0	1492.0	497		49.7	2011.0	670		67.0
5		250	1308.0	436			1803.0	601			2431.0	810		
6		300	1549.0	516			2078.0	693			2801.0	934		
8		400	1931.0	644			2498.0	833			3368.0	1123		
10		500	2229.0	743			2857.0	952			3852.0	1284		



Densidad s	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.263	37.03	%
gr/cm ³	1.334	49.73	%
gr/cm ³	1.365	67.03	%

Densidad Máx	1.36	5	gr/cm ³
95% de DM	1.29	7	1.297
	30.0	0	70.00
CBR PUNTUAL			43.50
			1.50
			1.200
			43.5
			0

MUESTRA	ABSCISA=1+000									
COMPACTACION										
METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO										

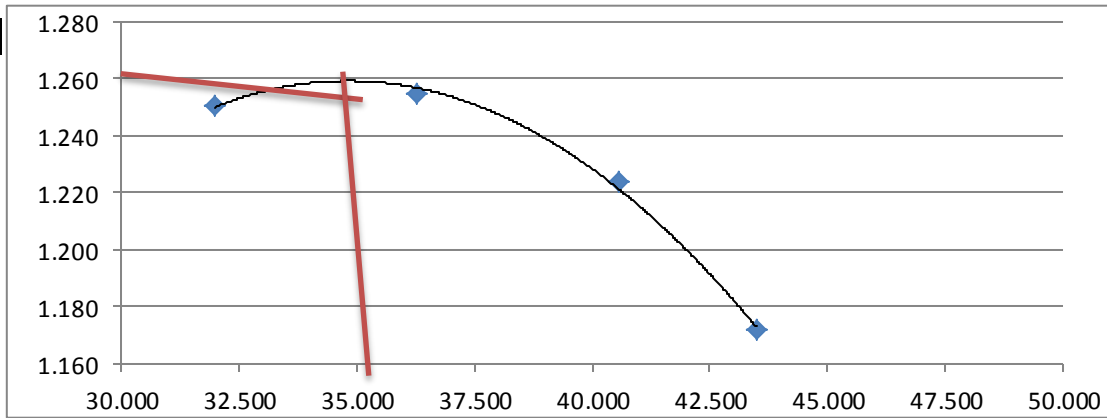
ESPECIFICACIONES:	CAPA S	5	GOLPE S	56	PESO	10lb	ALTUR A		18"	
-------------------	--------	---	---------	----	------	------	---------	--	-----	--

PARA TODOS 6000gramos

MUESTRA	A	B	C	D
HUMEDAD AÑADIDA %	2	5	9	11
AGUA AUMENTADA (cc)	120	300	540	660
MOLDE #	2	2	2	
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20718	20860	20883	20792
PESO MOLDE (gr)	16788	16788	16788	16788
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3930	4072	4095	4004
CONT. PROM. AGUA %	31.977	36.276	40.551	43.482
CONSTANTE MOLDE (cm ³)	2381.29	2381.29	2381.29	2381.29
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.650	1.710	1.720	1.681
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.250	1.255	1.224	1.172

CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE AGUA										
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2				
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	90.70	91.10	106.30	103.10	132.90	149.50	112.60	147.10		
TARRO + SUELO SECO (gr)	76.30	76.40	86.40	83.90	103.70	115.40	88.10	112.10		
PESO AGUA (gr)	14.40	14.70	19.90	19.20	29.20	34.10	24.50	35.00		
PESO TARRO (gr)	31.00	30.70	31.20	31.30	31.70	31.30	31.90	31.40		
PESO SUELO SECO (gr)	45.30	45.70	55.20	52.60	72.00	84.10	56.20	80.70		
CONTENIDO DE AGUA %	31.788	32.166	36.051	36.502	40.556	40.547	43.594	43.371		
CONTENIDO PROM AGUA %	31.977		36.276		40.551		43.482			



HUMEDAD OPTIMA 34.80 %
DENSIDA SECA MÁXIMA 1.258

MUESTRA 2	ABSCISA=1+00 0		Df BASE 6		h=12.6 0		Φ=15,7		V=3263,44	
COMPACTACION										
METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO										
ESPECIFICACIONES:	CAPA S	5	GOLPE S	11,27,5 6	PESO	10lb	ALTUR A		18"	
PARA TODOS 6000gramos										
MUESTRA - GOLPES	A 11		B 27		C 56		D		E	
HUMEDAD AÑADIDA %	5		5		5					
AGUA AUMENTADA (cc)	300		300		300					
MOLDE #	2A		2A		2A					
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20000		20610		20295					
PESO MOLDE (gr)	16407		16890		16407					
PESO SUELO HUMEDO (gr)	3593		3720		3888					
CONT. PROM. AGUA %	35.006		34.918		33.649					
CONSTANTE MOLDE (cm3)	2405.75		2329.34		2405.75					
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.494		1.597		1.616					
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.106		1.184		1.209					
CONTENIDO DE HUMEDAD										
CONTENIDO DE AGUA										
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2				
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	139.40	119.60	100.40	80.00	96.90	82.60				
TARRO + SUELO SECO (gr)	111.10	97.00	82.50	67.50	80.30	69.80				
PESO AGUA (gr)	28.30	22.60	17.90	12.50	16.60	12.80				
PESO TARRO (gr)	30.80	32.00	31.80	31.30	31.30	31.50				
PESO SUELO SECO (gr)	80.30	65.00	50.70	36.20	49.00	38.30				
CONTENIDO DE AGUA %	35.24	34.77	35.31	34.53	33.88	33.42				
CONTENIDO PROM AGUA %	35.006		34.918		33.649					

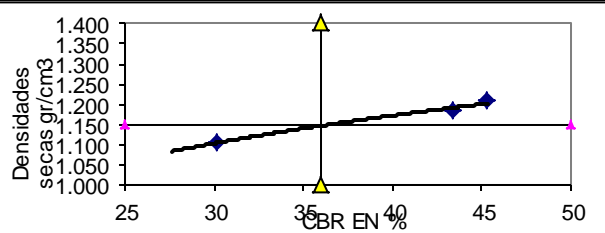
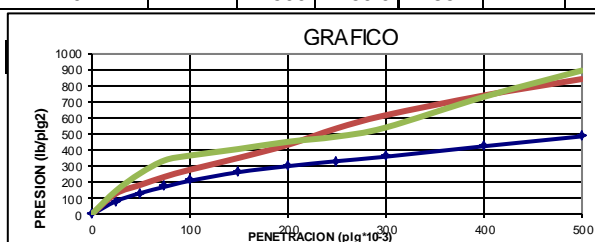
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C 56				2-C 27				3-C 11			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2
01-abr-09	16:00	0	6.54	5.00	0.00	0.00	8.31	5.00	0.00	0.00	4.33	5.00	0.00	0.00
02-abr-09	16:02	1	6.95		0.41	0.08	8.89		0.58	0.12	4.89		0.56	0.11
03-abr-09	16:04	2	7.20		0.66	0.13	9.40		1.09	0.22	5.07		0.74	0.15
04-abr-09	16:06	3	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19
05-abr-09	16:08	4	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40*2,2 lb/pl³ AREA DEL PISTON: 3pl²

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENE TRAC	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		DIAL	lb/plg2		lb/plg2		DIAL	lb/plg2		DIAL	lb/plg2			
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0		25	251.0	83.67			394.0	131.3			443.0	147.7		
1		50	404.0	134.7			556.0	185.3			773.0	257.7		
1		75	522.0	174			709.0	236.3			1015.0	338.3		
2		100	631.0	210.3		21.03	836.0	278.7		27.87	1102.0	367.3		36.73
3		150	794.0	264.7			1059.0	353			1225.0	408.3		
4		200	905.0	301.7		30.17	1300.0	433.3		43.33	1359.0	453		45.3
5		250	999.0	333			1608.0	536			1456.0	485.3		
6		300	1082.0	360.7			1853.0	617.7			1624.0	541.3		
8		400	1276.0	425.3			2221.0	740.3			2193.0	731		
10		500	1460.0	486.7			2527.0	842.3			2685.0	895		



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Máx	1.209	gr/cm ³		
gr/cm ³	1.106	30.17	%	1.149	1.149	1.000	1.400
gr/cm ³	1.184	43.33	%	25.00	50.00	36.00	36.00
gr/cm ³	1.209	45.30	%				
CBR PUNTUAL						36.00	%

MUESTRA 3	ABSCISA=2+00 0		Df BASE 6		h=12.6 0		Φ=15,7 0		V=3263,44	
COMPACTACION										
METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO										
ESPECIFICACIONES:	CAPA S	5	GOLPE S	11,27,5 6	PESO	10lb	ALTUR A		18"	
PARA TODOS 6000gramos										
MUESTRA - GOLPES	A 11		B 27		C 56		D		E	
HUMEDAD AÑADIDA %	5		5		5					
AGUA AUMENTADA (cc)	300		300		300					
MOLDE #	3B		3B		3B					
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	21020		21135		21250					
PESO MOLDE (gr)	16598		16598		16598					
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4422		4537		4652					
CONT. PROM. AGUA %	35.645		32.175		30.216					
CONSTANTE MOLDE (cm3)	2373.45		2373.45		2373.45					
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.863		1.912		1.960					
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.374		1.446		1.505					
CONTENIDO DE HUMEDAD										
CONTENIDO DE AGUA										
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2				
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	152.30	151.00	98.60	97.20	80.20	83.00				
TARRO + SUELO SECO (gr)	120.30	119.80	82.50	81.00	68.90	71.00				
PESO AGUA (gr)	32.00	31.20	16.10	16.20	11.30	12.00				
PESO TARRO (gr)	30.80	32.00	31.80	31.30	31.30	31.50				
PESO SUELO SECO (gr)	89.50	87.80	50.70	49.70	37.60	39.50				
CONTENIDO DE AGUA %	35.75	35.54	31.76	32.60	30.05	30.38				
CONTENIDO PROM AGUA %	35.645		32.175		30.216					

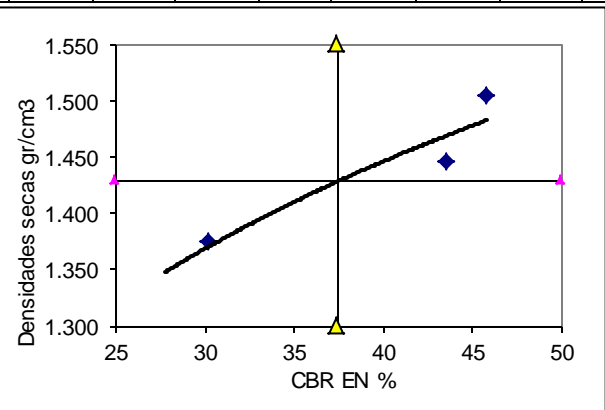
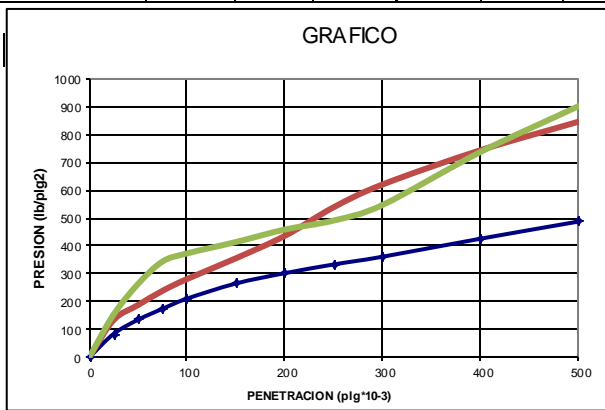
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C 56				2-C 27				3-C 11			
FECHA		TIEMPO	LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
01-abr-09	16:00	0	6.54	5.00	0.00	0.00	8.31	5.00	0.00	0.00	4.33	5.00	0.00	0.00
02-abr-09	16:02	1	6.95		0.41	0.08	8.89		0.58	0.12	4.89		0.56	0.11
03-abr-09	16:04	2	7.20		0.66	0.13	9.40		1.09	0.22	5.07		0.74	0.15
04-abr-09	16:06	3	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19
05-abr-09	16:08	4	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40*2,2 lb/pl³ AREA DEL PISTON: 3pl²

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENE TRAC	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3		LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			lb/plg2	%		lb/plg2	%		lb/plg2	%				
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0		25	253.0	84.33			402.0	134			460.0	153.3		
1		50	406.0	135.3			564.0	188			790.0	263.3		
1		75	524.0	174.7			717.0	239			1032.0	344		
2		100	633.0	211		21.10	844.0	281.3		28.13	1119.0	373	37.30	
3		150	796.0	265.3			1067.0	355.7			1242.0	414		
4		200	907.0	302.3		30.23	1308.0	436		43.6	1376.0	458.7	45.87	
5		250	1001.0	333.7			1616.0	538.7			1473.0	491		
6		300	1084.0	361.3			1861.0	620.3			1641.0	547		
8		400	1278.0	426			2229.0	743			2210.0	736.7		
10		500	1462.0	487.3			2535.0	845			2702.0	900.7		



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.374	30.23	%
gr/cm ³	1.446	43.60	%
gr/cm ³	1.505	45.87	%

Densidad Max	1.505	gr/cm ³
95% de DM	1.430 1.430	1.300 1.550
CBR PUNTUAL	25.00 50.00	37.50 37.50
		37.50 %

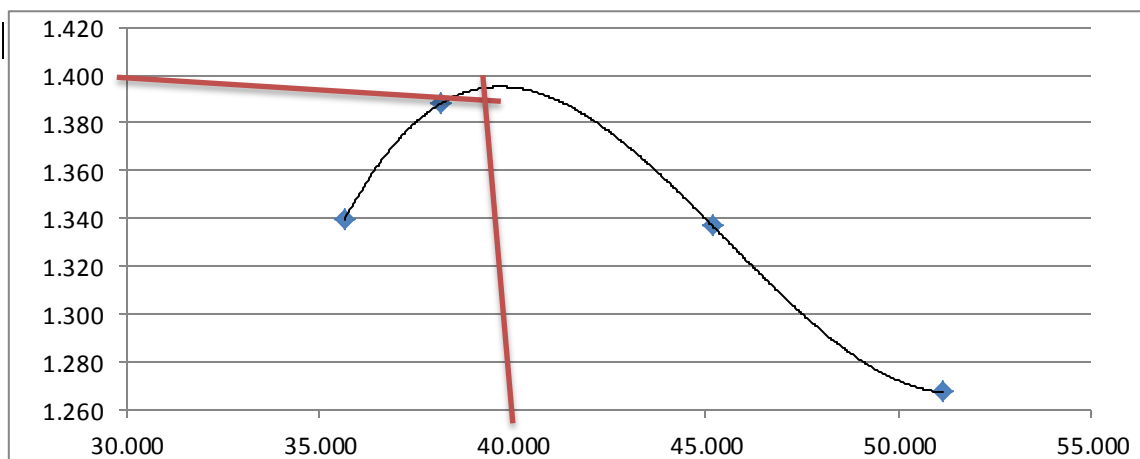
MUESTRA 4

ABSCISA=3+000

COMPACTACION

METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO

ESPECIFICACIONES:	CAPA S	5	GOLPE S	56	PESO	10lb	ALTUR A		18"	
PARA TODOS 6000gramos										
MUESTRA	A	B	C	D						
HUMEDAD AÑADIDA %	2	5	9	11						
AGUA AUMENTADA (cc)	120	300	540	660						
MOLDE #	2	3	2	3						
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20598	21406	20889	21402						
PESO MOLDE (gr)	16326	16830	16326	16830						
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4272	4576	4563	4572						
CONT. PROM. AGUA %	35.642	38.128	45.182	51.163						
CONSTANTE MOLDE (cm3)	2351.17	2386.95	2351.17	2386.95						
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.817	1.917	1.941	1.915						
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.340	1.388	1.337	1.267						
CONTENIDO DE HUMEDAD										
CONTENIDO DE AGUA										
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2				
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	87.50	86.30	98.60	99.50	106.90	108.70	96.50	97.10		
TARRO + SUELO SECO (gr)	72.60	71.90	79.80	80.90	83.70	84.50	74.50	75.00		
PESO AGUA (gr)	14.90	14.40	18.80	18.60	23.20	24.20	22.00	22.10		
PESO TARRO (gr)	31.10	31.20	31.10	31.50	31.60	31.70	31.80	31.50		
PESO SUELO SECO (gr)	41.50	40.70	48.70	49.40	52.10	52.80	42.70	43.50		
CONTENIDO DE AGUA %	35.90	35.38	38.60	37.65	44.53	45.83	51.52	50.80		
CONTENIDO PROM AGUA %	35.64		38.13		45.18		51.16			



HUMEDAD OPTIMA 40.00 %
DENSIDA SECA MÁXIMA 1.397

MUESTRA	ABSCISA=3+00 0		h=12.6 ϕ =15,7 6 0		V=3263,44			
COMPACTACION								
METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO								
ESPECIFICACIONES:	CAPA S	5	GOLPE S	11,27,5 6	PESO	10lb	ALTUR A	18"
PARA TODOS 6000gramos								
MUESTRA - GOLPES	A 11	B 27	C 56	D	E			
HUMEDAD AÑADIDA %	5	5	5					
AGUA AUMENTADA (cc)	300	300	300					
MOLDE #	3B	3B	3B					
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	21641	21852	21907					
PESO MOLDE (gr)	16830	16830	16830					
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4811	5022	5077					
CONT. PROM. AGUA %	33.344	32.200	31.374					
CONSTANTE MOLDE (cm ³)	2368.08	2368.08	2368.08					
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.032	2.121	2.144					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.524	1.604	1.632					
CONTENIDO DE HUMEDAD								
CONTENIDO DE AGUA								
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2		
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	122.60	128.10	113.23	123.87	160.80	149.60		
TARRO + SUELO SECO (gr)	99.50	104.20	93.20	101.30	129.80	121.30		
PESO AGUA (gr)	23.10	23.90	20.03	22.57	31.00	28.30		
PESO TARRO (gr)	31.00	31.70	31.00	31.20	31.10	31.00		
PESO SUELO SECO (gr)	68.50	72.50	62.20	70.10	98.70	90.30		
CONTENIDO DE AGUA %	33.72	32.97	32.20	32.20	31.41	31.34		
CONTENIDO PROM AGUA %	33.344		32.200		31.374			

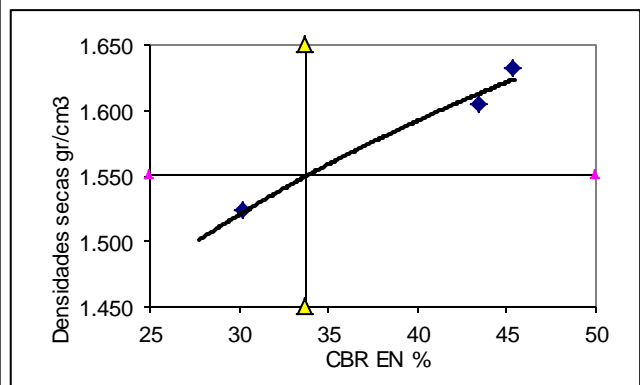
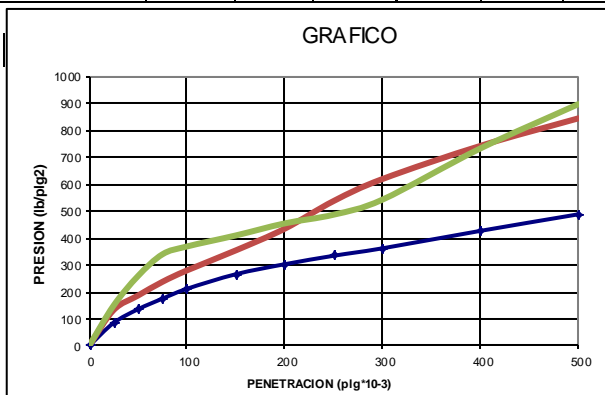
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C 56				2-C 27				3-C 11			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2
01-abr-09	16:00	0	6.54	5.00	0.00	0.00	8.31	5.00	0.00	0.00	4.33	5.00	0.00	0.00
02-abr-09	16:02	1	6.95		0.41	0.08	8.89		0.58	0.12	4.89		0.56	0.11
03-abr-09	16:04	2	7.20		0.66	0.13	9.40		1.09	0.22	5.07		0.74	0.15
04-abr-09	16:06	3	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19
05-abr-09	16:08	4	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40*2,2 lb/pl³ AREA DEL PISTON: 3pl²

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENE TRAC	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%	LECT	LEIDA	CORG	%
		DIAL	lb/plg2		lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0		25	255.0	85			398.0	132.7			447.0	149		
1		50	408.0	136			560.0	186.7			777.0	259		
1		75	526.0	175.3			713.0	237.7			1019.0	339.7		
2		100	635.0	211.7		21.17	840.0	280		28.00	1106.0	368.7		36.87
3		150	798.0	266			1063.0	354.3			1229.0	409.7		
4		200	909.0	303		30.3	1304.0	434.7		43.47	1363.0	454.3		45.43
5		250	1003.0	334.3			1612.0	537.3			1460.0	486.7		
6		300	1086.0	362			1857.0	619			1628.0	542.7		
8		400	1280.0	426.7			2225.0	741.7			2197.0	732.3		
10		500	1464.0	488			2531.0	843.7			2689.0	896.3		



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1.524	30.30	%
gr/cm ³	1.604	43.47	%
gr/cm ³	1.632	45.43	%

Densidad Max	1.632		gr/cm ³
95% de DM	1.550	1.550	1.450 1.650
CBR PUNTUAL	25.00	50.00	33.80 33.80
			33.80 %

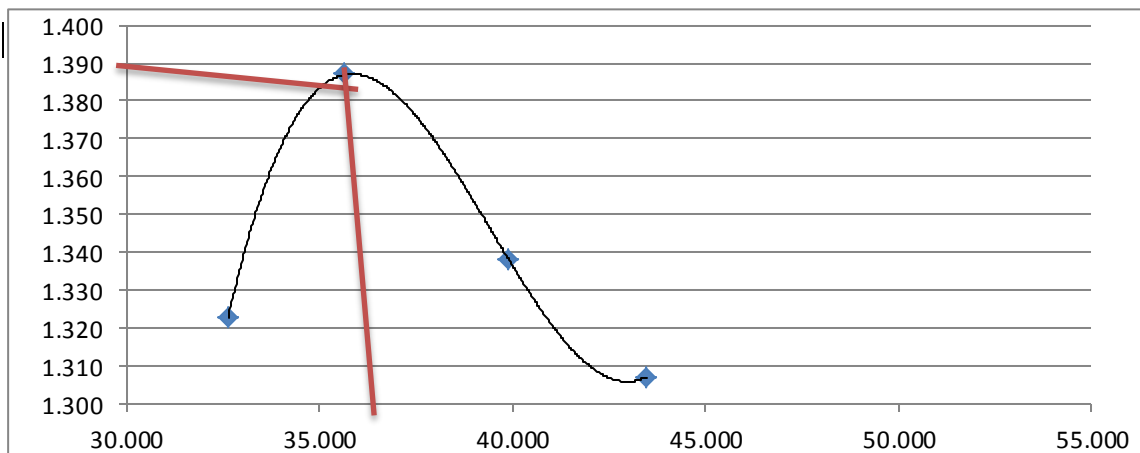
MUESTRA 5

ABSCISA=3+802.75

COMPACTACION

METODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO

ESPECIFICACIONES:	CAPAS	5	GOLPES	56	PESO	10lb	ALTURA		18"
PARA TODOS 6000gramos									
MUESTRA	A	B	C	D					
HUMEDAD AÑADIDA %	2	5	9	11					
AGUA AUMENTADA (cc)	120	300	540	660					
MOLDE #	2	3	2	3					
MOLDE +SUELO HUMEDO (gr)	20850	21115	21120	21100					
PESO MOLDE (gr)	16818	16830	16818	16830					
PESO SUELO HUMEDO (gr)	4032	4285	4302	4270					
CONT. PROM. AGUA %	32.626	35.661	39.888	43.458					
CONSTANTE MOLDE (cm ³)	2298.17	2277.36	2298.17	2277.36					
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.754	1.882	1.872	1.875					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.323	1.387	1.338	1.307					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
CONTENIDO DE AGUA									
TARRO #	A1	A2	B1	B2	C1	C2			
TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	331.00	352.80	293.70	304.80	281.40	296.70	273.40	299.50	
TARRO + SUELO SECO (gr)	259.30	271.50	225.60	232.00	210.30	221.00	201.60	216.80	
PESO AGUA (gr)	71.70	81.30	68.10	72.80	71.10	75.70	71.80	82.70	
PESO TARRO (gr)	31.10	31.20	31.10	31.50	31.60	31.70	31.80	31.50	
PESO SUELO SECO (gr)	228.20	240.30	194.50	200.50	178.70	189.30	169.80	185.30	
CONTENIDO DE AGUA %	31.42	33.83	35.01	36.31	39.79	39.99	42.29	44.63	
CONTENIDO PROM AGUA %	32.63		35.66		39.89		43.46		



HUMEDAD OPTIMA 36.00 %
DENSIDAD SECA MÁXIMA 1.386

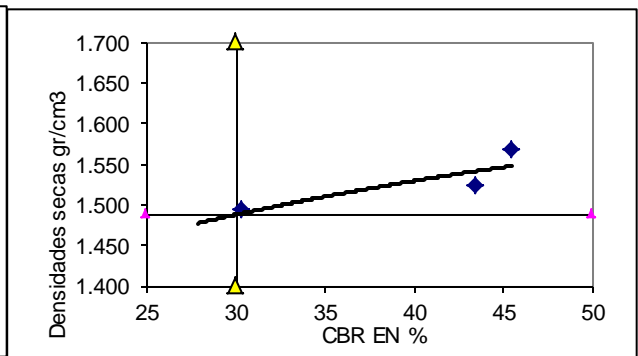
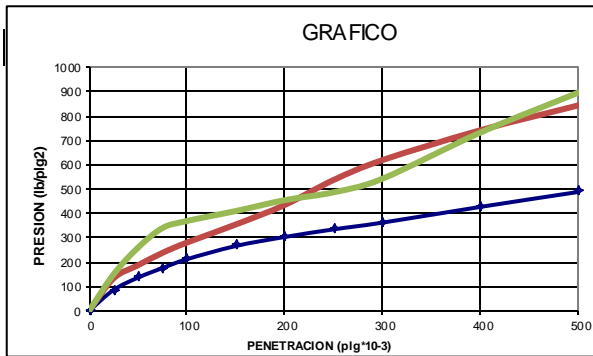
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
 LECTURA DIAL en Pgs*10-2

MOLDE NUMERO			1-C 56				2-C 27				3-C 11			
FECHA		TIEMPO	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%	DIAL	Mues	Pigs.	%
			Pigs.	Pigs.	*10-2	Pigs.	Pigs.	*10-2	Pigs.	Pigs.	*10-2	Pigs.	Pigs.	*10-2
01-oct-12	16:00	0	6.54	5.00	0.00	0.00	8.31	5.00	0.00	0.00	4.33	5.00	0.00	0.00
02-oct-12	16:02	1	6.95		0.41	0.08	8.89		0.58	0.12	4.89		0.56	0.11
03-oct-12	16:04	2	7.20		0.66	0.13	9.40		1.09	0.22	5.07		0.74	0.15
04-oct-12	16:06	3	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19
05-oct-12	16:08	4	7.32		0.78	0.16	9.65		1.34	0.27	5.28		0.95	0.19

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER CONSTANTE DEL ANILLO: 11,40*2,2 lb/pli³ AREA DEL PISTON: 3pi²

MOLDE NUMERO		1-C				2-C				3-C				
TIEMPO		PENE	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	TRAC	LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0		25	257.0	85.67			400.0	133.3			449.0	149.7		
1		50	410.0	136.7			562.0	187.3			779.0	259.7		
1		75	528.0	176			715.0	238.3			1021.0	340.3		
2		100	637.0	212.3		21.23	842.0	280.7		28.07	1108.0	369.3		36.93
3		150	800.0	266.7			1065.0	355			1231.0	410.3		
4		200	911.0	303.7		30.37	1306.0	435.3		43.53	1365.0	455		45.5
5		250	1005.0	335			1614.0	538			1462.0	487.3		
6		300	1088.0	362.7			1859.0	619.7			1630.0	543.3		
8		400	1282.0	427.3			2227.0	742.3			2199.0	733		
10		500	1466.0	488.7			2533.0	844.3			2691.0	897		



Densidades	vs	Resistencias	Densidad Max	1.566	gr/cm ³
gr/cm ³	1.492	30.37	95% de DM	1.488	1.488
gr/cm ³	1.522	43.53		25.00	50.00
gr/cm ³	1.566	45.50	CBR PUNTUAL		30.00

ANEXO 4: PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Desbroce, desbosque y limpieza

UNIDAD:

Has

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Tractor de orugas con ripper	2	75	150
Motosierra	5	4.5	22.5
Herramienta menor	5	3	15
			187.5

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	1.7	2.7	4.59
Ayudante maquinaria	2.5	2.2	5.5
Peón	2.5	2	5
			15.09

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	202.59
INDIRECTOS Y UTILIDADES	40.52
OTROS INDIRECTOS	20.26
COSTO TOTAL DEL RUBRO	263.37

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación sin clasificar y relleno

UNIDAD: m3

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Tractor de orugas con ripper	0.015	75	1.125
			1.125

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.015	2.7	0.0405
Ayudante maquinaria	0.015	2.2	0.033
			0.0735

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.24
OTROS INDIRECTOS	0.12
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.56

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Desalojo de material

UNIDAD: m3/Km

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Cargadora frontal	0.003	55	0.165
Volqueta 8 m3	0.006	27	0.162
			0.327

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.003	2.43	0.00729
Chofer Tipo D	0.006	2.89	0.01734
			0.02463

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0
TOTAL COSTOS DIRECTOS			0.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES			0.07
OTROS INDIRECTOS			0.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO			0.46

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acabado de la obra básica existente

UNIDAD: m2

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Motoniveladora	0.003	60	0.18
Rodillo liso vibratorio	0.003	47	0.14
Camión cisterna	0.003	27	0.08
			0.402

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.003	2.43	0.0073
Operador grupo II	0.003	2.15	0.0065
Chofer Tipo D	0.003	2.89	0.0087
Ayudante maquinaria	0.006	2.2	0.0132
			0.036

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	0.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.09
OTROS INDIRECTOS	0.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.57

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación y relleno de estructuras

UNIDAD: m3

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Retroexcavadora neumática	0.035	30	1.05
Compactador manual	0.003	1.2	0.0036
			1.0536

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.035	2.7	0.0945
Ayudante maquinaria	0.035	2.2	0.0770
Peón	0.267	2	0.5340
Maestro de obra	0.035	2.5	0.0875
			0.793

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO
			0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	1.85
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0.37
OTROS INDIRECTOS	0.18
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.40

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Tubería metálica corrugada D=1.20m,
e=2.5mm

UNIDAD: ml

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Herramienta menor	0.5	3	1.5
			1.5

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Maestro de obra	0.5	2.5	1.250
Albañil / cadenero / etc	2.3	2.5	5.750
Peón	6	2	12.00
			19.000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Tubería metálica D=1.20	ml	1	185	185
Asfalto	lt	7.66	0.35	2.681
				187.681

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Asfalto	lt	7.66	0.35	2.681
				2.681

TOTAL COSTOS DIRECTOS		210.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES		42.17
OTROS INDIRECTOS		21.09
COSTO TOTAL DEL RUBRO		274.12

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Sub-base granular clase 3 incluye transporte

UNIDAD
: m3

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Motoniveladora	0.02	60	1.2
Rodillo liso vibratorio	0.02	47	0.94
Camión cisterna	0.02	27	0.54
			2.68

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.02	2.43	0.0486
Operador grupo II	0.02	2.15	0.0430
Chofer Tipo D	0.02	2.89	0.0578
Ayudante maquinaria	0.04	2.2	0.088
			0.237

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Sub-base granular clase 3	m3	1.2	4.2	5.04
Agua	m3	0.02	2.5	0.05
				5.09

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Sub-base granular clase 3	m3	1.2	2.9	3.48
Agua	m3	0.02	1.4	0.028

TOTAL COSTOS DIRECTOS		3.508
INDIRECTOS Y UTILIDADES		11.52
OTROS INDIRECTOS		2.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.15
		14.97

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Base clase 3 incluye transporte

UNIDAD: m3

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Motoniveladora	0.02	60	1.2
Rodillo liso vibratorio	0.02	47	0.94
Camión cisterna	0.02	27	0.54
			2.68

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador grupo I	0.02	2.43	0.0486
Operador grupo II	0.02	2.15	0.0430
Chofer Tipo D	0.02	2.89	0.0578
Ayudante maquinaria	0.04	2.2	0.088
			0.237

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Base clase 3	m3	1.2	4.85	5.82
Agua	m3	0.02	2.5	0.05
				5.87

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNIT	COSTO
Base clase 4	m3	1.2	2.9	3.48
Agua	m3	0.02	1.4	0.028
				3.508
TOTAL COSTOS DIRECTOS				12.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES				2.46
OTROS INDIRECTOS				1.23
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15.98

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Capa de rodadura H. asfáltico (mezcla en planta)

UNIDAD: m²

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Cargadora frontal	0.8	0.1	0.08
Planta asfáltica	0.8	0.57	0.46
Planta electrica	0.5	0.1	0.05
Rodillo neumático	0.7	0.19	0.13
Rodillo vibrador liso	0.7	0.19	0.13
Terminadora de asfalto	0.5	0.33	0.17
			1.02

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Operador acabadora pav. Asfáltico	0.003	2.56	0.0077
Operador planta asfáltica	0.003	2.54	0.0076
Operador de cargadora	0.003	2.56	0.0077
Operador de rodillo autonemático	0.006	2.56	0.01536
Ayudante de maquinaria	0.006	2.47	0.01482
Maestro de obra	0.003	2.56	0.00768
Peón	0.03	2	0.06
			0.12

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Asfalto incl. Transporte	lt	10	0.3	3
Agregados para carpeta asfáltica	m ³	0.1	12.05	1.205
Diesel	lt	0.1	0.32	0.032
				4.24

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Agregados para carpeta asfáltica	m ³ - Km	30	0.03	0.9
				0.9
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6.27
INDIRECTOS Y UTILIDADES				1.25
OTROS INDIRECTOS				0.63
COSTO TOTAL DEL RUBRO				8.16

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Cunetas

UNIDAD: m3

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Herramienta menor	0.5	2.9	1.45
			1.45

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Albañil / Cadenero / etc	0.1	2.5	0.25
Peón	1.8	2	3.60
			3.85

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNIT	COSTO
Cemento porland	Kg	10	0.12	1.2
Macadan	m3	0.05	2.9	0.145
Ripio	m3	0.02	4.2	0.084
Agua	m3	0.001	2	0.002
Encofrados	gbl	1	2.5	2.5
				3.93

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO

	0
TOTAL COSTOS DIRECTOS	9.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES	1.85
OTROS INDIRECTOS	0.92
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Señalización Horizontal (marcas pavimento)

UNIDAD: Km

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Herramienta menor	4	1.00	4.00
Franjadora	2	9.80	19.60
			23.6

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Peón	2	1.83	3.66
Chofer Tipo D	1	2	2.00
			5.660

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Pintur vial	lt	39	10	390.00
Microesferas de vidrio	Kg	3	1	3.000
				393

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Pintura vial	lt	39	0.02	0.78
Microesferas de vidrio	Kg	3	0.01	0.03
				0.81

TOTAL COSTOS DIRECTOS	423.07
INDIRECTOS Y UTILIDADES	84.61
OTROS INDIRECTOS	42.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO	550.0

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Señalización Vert. A a lado carretera preventivas 0.75x0.75
m

UNIDAD: u

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Herramienta menor	0.5	1.70	0.85
			0.85

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Peón	0.5	2.00	1.00
Albañil/cadenero/etc	0.25	2.5	0.63
			1.625

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Señales preventivas 0.75x0.75 (m)	u	1	90	90.00
				90

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Señales preventivas 0.75x0.75 (m)	u	1	1	1
				1

TOTAL COSTOS DIRECTOS	93.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES	18.70
OTROS INDIRECTOS	9.35
COSTO TOTAL DEL RUBRO	121.52

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Señalización Vert. a lado carretera informativas 0.60 x 0.75
m

UNIDAD: u

DETALLE: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA/HORA	COSTO HORA
Herramienta menor	0.5	1.70	0.85
			0.85

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNADA/HORA	COSTO HORA
Peón	0.5	2.00	1.00
Albañil/cadenero/etc	0.25	2.5	0.63
			1.625

MATERIALES

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Señales preventivas 1.20x0.60 (m)	u	1	85	85.00
				85

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	UNIDAD	CANT	UNI	COSTO
Señales preventivas 1.20x0.60 (m)	u	1	1	1
				1
TOTAL COSTOS DIRECTOS				88.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES				17.70
OTROS INDIRECTOS				8.85
COSTO TOTAL DEL RUBRO				115.02

ANEXO 5: Tabla de áreas y volúmenes de la vía

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

PROYECTO: Vía Tulabug Escalera - Comunidad Santa Ana de Guagñag

PREPARADO POR: Eduardo Pérez.

DETALLE: Volúmenes de corte y relleno.

ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+000	3.481	0				
			6.434	0	6.434	0
0+002.676	1.327	0				
			17.491	5.33	23.925	5.33
0+010	3.45	1.455				
			10.858	3.576	34.783	8.906
0+012.676	4.664	1.217				
			70.276	4.455	105.059	13.361
0+020	14.528	0				
			198.497	0	303.557	13.361
0+030	25.171	0				
			304.911	0	608.468	13.361
0+040	35.811	0				
			446.114	0	1054.581	13.361
0+050	53.412	0				
			791.995	0	1846.576	13.361
0+060	104.987	0				
			308.87	0	2155.447	13.361
0+062.790	116.442	0				
			877.501	0	3032.948	13.361
0+070	126.963	0				
			353.433	0	3386.381	13.361
0+072.790	126.413	0				
			902.319	0	4288.7	13.361
0+080	123.876	0				
			1176.828	0	5465.527	13.361
0+090	111.489	0				
			990.439	0	6455.967	13.361
0+100	86.599	0				
			265.823	0	6721.789	13.361

0+103.218	78.616	0				
			482.688	0	7204.477	13.361
0+110	63.726	0				
			549.699	0	7754.177	13.361
0+120	46.214	0				
			389.336	0	8143.513	13.361
0+130	31.654	0				
			93.695	2.527	8237.208	15.888

ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+133.218	26.58	1.57				
			149.868	14.181	8387.076	30.069
0+140	17.616	2.612				
			144.153	20.868	8531.23	50.937
0+150	11.215	1.562				
			80.438	7.81	8611.667	58.747
0+160	4.872	0				
			64.547	0	8676.214	58.747
0+168.350	10.588	0				
			18.541	0	8694.755	58.747
0+170	11.884	0				
			166.119	0	8860.875	58.747
0+180	21.339	0				
			307.892	0	9168.767	58.747
0+190	40.239	0				
			395.907	0	9564.674	58.747
0+198.350	54.59	0				
			92.37	0	9657.044	58.747
0+200	57.366	0				
			60.642	0	9717.686	58.747
0+201.041	59.107	0				
			560.815	0	10278.5	58.747
0+210	66.093	0				
			654.353	0	10932.854	58.747
0+220	64.778	0				
			624.232	0	11557.086	58.747
0+230	60.068	0				
			344.84	0	11901.926	58.747
0+236.041	54.092	0				
			202.438	0	12104.364	58.747

0+240	48.183	0				
			413.625	0	12517.99	58.747
0+250	34.542	0				
			161.287	0	12679.276	58.747
0+254.428	38.308	0				
			221.539	0	12900.815	58.747
0+260	41.209	0				
			423.484	0	13324.298	58.747
0+270	43.487	0				
			511.444	0	13835.743	58.747
0+280	58.801	0				
			661.081	0	14496.823	58.747
0+289.428	81.438	0				
			47.159	0	14543.982	58.747
0+290	83.423	0				
			1057.185	0	15601.167	58.747
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+300	128.014	0				
			1593.925	0	17195.092	58.747
0+310	190.771	0				
			2120.224	0	19315.316	58.747
0+320	233.273	0				
			1537.045	0	20852.361	58.747
0+326.337	251.815	0				
			932.056	0	21784.417	58.747
0+330	257.112	0				
			2570.743	0	24355.16	58.747
0+340	257.036	0				
			2508.523	0	26863.683	58.747
0+350	244.668	0				
			2285.824	0	29149.507	58.747
0+360	212.497	0				
			1916.762	0	31066.269	58.747
0+370	170.856	0				
			1009.978	0	32076.247	58.747
0+376.337	147.891	0				
			524.388	0	32600.635	58.747
0+380	138.438	0				
			993.786	0	33594.421	58.747
0+387.650	121.36	0				

			279.082	0	33873.503	58.747
0+390	116.201	0				
			1089.038	0	34962.541	58.747
0+400	101.607	0				
			961.578	0	35924.119	58.747
0+410	90.709	0				
			867.383	0	36791.502	58.747
0+420	82.768	0				
			787.544	0	37579.046	58.747
0+430	74.741	0				
			545.165	0	38124.21	58.747
0+437.650	67.778	0				
			155.998	0	38280.208	58.747
0+440	65.011	0				
			607.392	0	38887.601	58.747
0+450	56.467	0				
			563.448	0	39451.049	58.747
0+460	56.222	0				
			575.296	0	40026.346	58.747
0+470	58.837	0				
			588.786	0	40615.132	58.747
0+480	58.92	0				
			618.38	0	41233.513	58.747
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+490	64.756	0				
			668.656	0	41902.169	58.747
0+500	68.975	0				
			581.126	0	42483.295	58.747
0+510	47.25	0				
			427.888	0	42911.182	58.747
0+520	38.328	0				
			426.778	0	43337.961	58.747
0+530	47.028	0				
			534.963	0	43872.923	58.747
0+540	59.965	0				
			630.943	0	44503.866	58.747
0+550	66.224	0				
			36.069	0	44539.935	58.747
0+550.547	65.712	0				
			579.679	0	45119.614	58.747

0+560	56.929	0				
			507.371	1.93	45626.986	60.677
0+570	44.545	0.386				
			24.179	0.22	45651.165	60.897
0+570.547	43.899	0.418				
			337.334	5.67	45988.499	66.567
0+579.021	35.716	0.92				
			34.672	0.921	46023.171	67.487
0+580	35.113	0.961				
			307.102	9.94	46330.273	77.427
0+590	26.308	1.027				
			216.836	10.523	46547.109	87.951
0+599.021	21.766	1.306				
			21.175	1.308	46568.284	89.259
0+600	21.49	1.367				
			200.767	16.977	46769.05	106.236
0+610	18.664	2.028				
			172.429	25.086	46941.48	131.322
0+620	15.822	2.989				
			142.813	36.263	47084.293	167.585
0+630	12.74	4.264				
			111.982	51.489	47196.275	219.074
0+640	9.656	6.034				
			52.484	42.124	47248.759	261.198
0+646.027	7.76	7.945				
			28.303	33.16	47277.062	294.358
0+650	6.488	8.748				
			48.61	96.773	47325.672	391.131
0+660	3.234	10.607				
			16.171	12.585	47341.844	503.716
0+670	0	11.91				
			0	23.694	47341.844	627.409
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+680	0	12.828				
			0	26.505	47341.844	753.915
0+690	0	12.473				
			0	72.43	47341.844	826.345
0+696.027	0	11.562				
			0	45.1	47341.844	871.445
0+700	0	11.141				

			0	11.531	47341.844	982.975
0+710	0	11.165				
			0	6.7	47341.844	989.675
0+710.605	0	10.969				
			0	15.141	47341.844	1104.817
0+720	0	13.543				
			0	54.961	47341.844	1259.778
0+730	0	17.449				
			0	67.49	47341.844	1427.267
0+740	0	16.049				
			0	25.826	47341.844	1553.093
0+750	0	9.117				
			0	79.018	47341.844	1632.112
0+760	0	6.687				
			0	4.038	47341.844	1636.149
0+760.605	0	6.652				
			0	13.457	47341.844	1649.606
0+762.634	0	6.617				
			0	47.995	47341.844	1697.6
0+770	0	6.413				
			0	30.628	47341.844	1728.228
0+772.634	0	16.846				
			0	56.873	47341.844	1885.101
0+780	0	25.746				
			0	58.192	47341.844	2043.293
0+790	0	5.892				
			0	42.017	47341.844	2085.31
0+800	0	2.511				
			0	21.51	47341.844	2106.82
0+810	0	1.791				
			7.69	11.046	47349.534	2117.866
0+820	1.538	0.418				
			30.674	2.092	47380.208	2119.958
0+830	4.597	0				
			70.252	0	47450.46	2119.958
0+839.757	9.804	0				
			2.395	0	47452.856	2119.958
0+840	9.911	0				
			106.681	0	47559.537	2119.958
0+849.757	11.957	0				
			2.911	0	47562.447	2119.958

0+850	11.999	0				
			121.849	0	47684.296	2119.958
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
0+860	12.37	0				
			128.532	0	47812.829	2119.958
0+870	13.336	0				
			80.886	0	47893.714	2119.958
0+875.819	14.462	0				
			59.102	0	47952.816	2119.958
0+880	13.813	0				
			148.488	0	48101.304	2119.958
0+890	15.885	0				
			183.308	0	48284.612	2119.958
0+900	20.776	0				
			214.212	0	48498.824	2119.958
0+910	22.066	0				
			133.779	0	48632.602	2119.958
0+915.819	23.91	0				
			96.039	0	48728.641	2119.958
0+920	22.036	0				
			222.19	0	48950.831	2119.958
0+930	22.402	0				
			117.152	0	49067.983	2119.958
0+935.465	20.467	0				
			89.861	0	49157.844	2119.958
0+940	19.167	0				
			176.827	0	49334.671	2119.958
0+950	16.198	0				
			143.051	0	49477.722	2119.958
0+960	12.412	0				
			112.072	0	49589.794	2119.958
0+970	10.002	0				
			54.43	0	49644.224	2119.958
0+975.465	9.915	0				
			44.287	0	49688.51	2119.958
0+980	9.618	0				
			94.934	0	49783.444	2119.958
0+990	9.369	0				
			93.183	0	49876.627	2119.958
1+000	9.268	0				

			92.194	0	49968.822	2119.958
1+010	9.171	0				
			94.169	0	50062.991	2119.958
1+020	9.663	0				
			95.448	0	50158.439	2119.958
1+030	9.427	0				
			99.789	0	50258.228	2119.958
1+040	10.531	0				
			15.379	0	50273.607	2119.958
1+041.408	11.307	0				
			112.689	0	50386.295	2119.958
1+050	14.925	0				
			21.323	0	50407.618	2119.958
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
1+051.408	15.354	0				
			137.932	0	50545.55	2119.958
1+060	16.755	0				
			125.063	0	50670.613	2119.958
1+067.668	15.864	0				
			37.507	0	50708.12	2119.958
1+070	16.307	0				
			129.996	0	50838.116	2119.958
1+077.668	17.599	0				
			41.511	0	50879.628	2119.958
1+080	18.006	0				
			193.564	0	51073.192	2119.958
1+090	20.707	0				
			241.417	0	51314.609	2119.958
1+100	27.577	0				
			282.444	0	51597.053	2119.958
1+110	28.912	0				
			296.526	0	51893.579	2119.958
1+120	30.393	0				
			327.847	0	52221.427	2119.958
1+130	35.176	0				
			372.541	0	52593.968	2119.958
1+140	39.332	0				
			394.638	0	52988.606	2119.958
1+150	39.596	0				
			94.686	0	53083.292	2119.958

1+152.358	40.713	0				
			324.718	0	53408.01	2119.958
1+160	44.27	0				
			449.081	0	53857.091	2119.958
1+170	45.546	0				
			452.636	0	54309.727	2119.958
1+180	44.981	0				
			431.293	0	54741.02	2119.958
1+190	41.277	0				
			392.267	0	55133.287	2119.958
1+200	37.176	0				
			393	0	55526.286	2119.958
1+210	41.424	0				
			100	0	55626.286	2119.958
1+212.358	43.391	0				
			313.378	0	55939.664	2119.958
1+220	38.624	0				
			381.377	0	56321.041	2119.958
1+230	37.651	0				
			335.803	0	56656.844	2119.958
1+240	29.509	0				
			278.775	0	56935.62	2119.958
1+250	26.246	0				
			250.281	0	57185.9	2119.958
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
1+260	23.81	0				
			244.386	0	57430.287	2119.958
1+270	25.067	0				
			233.518	0	57663.805	2119.958
1+280	21.637	0				
			232.769	0	57896.573	2119.958
1+290	24.917	0				
			232.686	0	58129.26	2119.958
1+300	21.62	0				
			190.137	0	58319.397	2119.958
1+310	16.407	0				
			151.406	0	58470.802	2119.958
1+320	13.874	0				
			133.694	0	58604.496	2119.958
1+330	12.865	0				

			59.418	0	58663.914	2119.958
1+334.051	16.468	0				
			102.569	0	58766.483	2119.958
1+340	18.016	0				
			182.771	0	58949.254	2119.958
1+350	18.538	0				
			149.406	0	59098.66	2119.958
1+360	11.343	0				
			107.931	0	59206.591	2119.958
1+370	10.243	0				
			95.901	0	59302.492	2119.958
1+380	8.937	0				
			84.283	0	59386.776	2119.958
1+390	7.92	0				
			30.853	0	59417.629	2119.958
1+394.051	7.312	0				
			41.779	0	59459.407	2119.958
1+400	6.735	0				
			61.741	0	59521.149	2119.958
1+410	5.614	0				
			52.175	0	59573.324	2119.958
1+420	4.821	0				
			44.111	0	59617.435	2119.958
1+430	4.001	0				
			34.62	0	59652.055	2119.958
1+440	2.923	0				
			26.418	0	59678.474	2119.958
1+450	2.36	0				
			8.262	0	59686.735	2119.958
1+453.541	2.305	0				
			14.994	0	59701.729	2119.958
1+460	2.337	0				
			21.855	0	59723.584	2119.958
1+470	2.034	0				
			24.753	0	59748.337	2119.958
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
1+480	2.917	0				
			10.643	0	59758.98	2119.958
1+483.541	3.094	0				
			19.937	0	59778.916	2119.958

1+490	3.08	0				
			29.05	0	59807.967	2119.958
1+500	2.73	0				
			23.871	0	59831.838	2119.958
1+510	2.044	0				
			13.842	0	59845.68	2119.958
1+520	0.725	0				
			16.049	1.698	59861.729	2121.656
1+530	2.485	0.34				
			29.143	7.455	59890.872	2129.111
1+540	3.343	1.151				
			26.297	11.198	59917.169	2140.309
1+547.909	3.306	1.68				
			6.665	3.615	59923.834	2143.923
1+550	3.07	1.778				
			25.4	20.83	59949.234	2164.754
1+560	2.01	2.388				
			10.05	26.088	59959.285	2190.841
1+570	0	2.83				
			0	27.916	59959.285	2218.757
1+577.909	0	4.229				
			0	9.006	59959.285	2227.763
1+580	0	4.387				
			0	34.682	59959.285	2262.445
1+590	0	2.55				
			1.079	12.748	59960.363	2275.193
1+600	0.216	0				
			17.037	0	59977.4	2275.193
1+610	3.192	0				
			0.767	0	59978.167	2275.193
1+610.241	3.19	0				
			34.9	0	60013.067	2275.193
1+620	3.962	0				
			58.819	0	60071.886	2275.193
1+630	7.802	0				
			109.457	0	60181.343	2275.193
1+640	14.09	0				
			173.629	0	60354.972	2275.193
1+650	20.636	0				
			4.979	0	60359.951	2275.193
1+650.241	20.762	0				

			201.382	0	60561.333	2275.193
1+660	20.507	0				
			7.136	0	60568.469	2275.193
1+660.348	20.557	0				
			179.237	0	60747.706	2275.193
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORIE (m2)	RELLENO (m2)	CORIE (m3)	RELLENO (m3)	CORIE (m3)	RELLENO (m3)
1+670	16.581	0				
			180.853	0	60928.559	2275.193
1+680	19.59	0				
			208.791	0	61137.35	2275.193
1+690	22.169	0				
			231.929	0	61369.279	2275.193
1+700	24.217	0				
			8.428	0	61377.707	2275.193
1+700.348	24.284	0				
			244.177	0	61621.884	2275.193
1+710	26.309	0				
			270.895	0	61892.779	2275.193
1+720	27.87	0				
			53.038	0	61945.817	2275.193
1+721.895	28.096	0				
			242.51	0	62188.327	2275.193
1+730	31.749	0				
			329.264	0	62517.591	2275.193
1+740	34.104	0				
			407.786	0	62925.377	2275.193
1+750	47.454	0				
			483.521	0	63408.898	2275.193
1+760	49.25	0				
			475.68	0	63884.577	2275.193
1+770	45.885	0				
			372.855	0	64257.433	2275.193
1+780	28.686	0				
			54.01	0	64311.443	2275.193
1+781.895	28.306	0				
			220.361	0	64531.804	2275.193
1+790	26.073	0				
			247.043	0	64778.847	2275.193
1+800	23.335	0				
			221.811	0	65000.657	2275.193

1+810	21.027	0				
			192.926	0	65193.583	2275.193
1+820	17.558	0				
			173.041	0	65366.625	2275.193
1+830	17.05	0				
			177.461	0	65544.085	2275.193
1+840	18.442	0				
			160.98	0	65705.065	2275.193
1+850	13.754	0				
			123.571	33.862	65828.635	2409.055
1+860	10.96	26.772				
			51.663	32.164	65880.299	2541.219
1+865.634	7.379	20.143				
			24.787	98.946	65905.086	2640.166
1+870	3.976	25.186				
			20.219	53.214	65925.305	2893.38
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
1+880	0.067	25.457				
			7.13	96.048	65932.435	3089.428
1+890	1.359	13.752				
			6.793	17.943	65939.228	3207.371
1+900	0	9.836				
			0	3.474	65939.228	3310.845
1+910	0	10.859				
			0	3.25	65939.228	3414.095
1+920	0	9.791				
			0	53.667	65939.228	3467.762
1+925.634	0	9.259				
			0	39.332	65939.228	3507.094
1+930	0	8.759				
			0	84.567	65939.228	3591.661
1+940	0	8.154				
			0.453	42.302	65939.68	3633.963
1+950	0.091	0.306				
			30.656	1.531	65970.337	3635.494
1+960	6.041	0				
			13.587	0	65983.923	3635.494
1+962.008	7.494	0				
			84.901	0	66068.824	3635.494
1+970	13.752	0				

			162.862	0	66231.686	3635.494
1+980	18.82	0				
			214.383	0	66446.069	3635.494
1+990	24.056	0				
			48.232	0	66494.301	3635.494
1+992.008	23.99	0				
			191.492	0	66685.793	3635.494
2+000	23.929	0				
			32.693	0	66718.486	3635.494
2+001.386	23.261	0				
			178.255	0	66896.742	3635.494
2+010	18.125	0				
			151.317	0	67048.058	3635.494
2+020	12.138	0				
			100.834	0	67148.892	3635.494
2+030	8.028	0				
			11.051	0	67159.943	3635.494
2+031.386	7.923	0				
			66.89	0	67226.833	3635.494
2+040	7.606	0				
			72.809	0	67299.642	3635.494
2+050	6.955	0				
			62.803	0	67362.444	3635.494
2+060	5.605	0				
			13.427	0	67375.871	3635.494
2+062.412	5.527	0				
			42.012	0	67417.883	3635.494
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
2+070	5.547	0				
			12.864	0	67430.747	3635.494
2+072.412	5.118	0				
			26.737	0	67457.484	3635.494
2+080	1.929	0				
			0.097	0	67457.581	3635.494
2+080.050	1.927	0				
			33.314	0	67490.895	3635.494
2+090	4.769	0				
			0.24	0	67491.135	3635.494
2+090.050	4.77	0				
			16.473	0	67507.609	3635.494

2+093.751	4.132	0				
			20.886	0	67528.495	3635.494
2+100	2.553	0				
			9.045	0.005	67537.541	3635.499
2+103.751	2.27	0.002				
			21.549	0.008	67559.09	3635.507
2+110	4.628	0				
			22.796	0	67581.886	3635.507
2+117.873	1.163	0				
			2.028	0	67583.913	3635.507
2+120	0.743	0				
			4.508	0	67588.422	3635.507
2+127.873	0.403	0				
			0.814	0	67589.236	3635.507
2+130	0.363	0				
			5.648	0	67594.884	3635.507
2+140	0.766	0				
			10.412	0	67605.297	3635.507
2+150	1.316	0				
			8	0	67613.296	3635.507
2+157.647	0.776	0				
			1.086	0.103	67614.382	3635.61
2+160	0.147	0.088				
			0.735	11.396	67615.118	3647.006
2+170	0	2.192				
			0	33.704	67615.118	3680.709
2+180	0	4.549				
			0	60.312	67615.118	3741.021
2+190	0	7.513				
			0	63.825	67615.118	3804.847
2+197.647	0	9.18				
			0	20.145	67615.118	3824.992
2+200	0	7.942				
			0	64.22	67615.118	3889.211
2+210	0	4.902				
			0.354	38.187	67615.472	3927.399
2+220	0.071	2.735				
			4.913	15.531	67620.385	3942.93
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
2+230	0.912	0.371				

			26.885	1.855	67647.27	3944.785
2+240	4.465	0				
			61.992	0	67709.262	3944.785
2+250	7.933	0				
			62.431	0	67771.693	3944.785
2+257.050	9.778	0				
			29.851	0	67801.545	3944.785
2+260	10.459	0				
			117.193	0	67918.738	3944.785
2+270	12.98	0				
			138.814	0	68057.552	3944.785
2+280	14.783	0				
			173.746	0	68231.298	3944.785
2+290	19.966	0				
			137.389	0	68368.687	3944.785
2+297.050	19.01	0				
			55.117	0	68423.804	3944.785
2+300	18.355	0				
			182.948	0	68606.752	3944.785
2+310	18.235	0				
			34.968	0	68641.72	3944.785
2+311.918	18.234	0				
			147.494	0	68789.214	3944.785
2+320	18.264	0				
			163.381	0	68952.594	3944.785
2+330	14.412	0				
			139.99	0	69092.584	3944.785
2+340	13.586	0				
			156.946	0	69249.531	3944.785
2+350	17.803	0				
			35.056	0	69284.587	3944.785
2+351.918	18.758	0				
			103.231	0	69387.818	3944.785
2+357.275	19.783	0				
			53.588	0	69441.406	3944.785
2+360	19.543	0				
			197.209	0	69638.615	3944.785
2+370	19.898	0				
			209.858	0	69848.474	3944.785
2+380	22.073	0				
			223.299	0	70071.773	3944.785

2+390	22.587	0				
			164.223	0	70235.996	3944.785
2+397.275	22.562	0				
			61.491	0	70297.487	3944.785
2+400	22.564	0				
			181.21	0	70478.697	3944.785
2+410	13.679	0				
			122.815	0	70601.512	3944.785
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
2+420	10.884	0				
			140.309	0	70741.821	3944.785
2+430	17.177	0				
			190.673	0	70932.494	3944.785
2+440	20.957	0				
			209.618	0	71142.112	3944.785
2+449.139	24.914	0				
			21.594	0	71163.706	3944.785
2+450	25.271	0				
			256.639	0	71420.345	3944.785
2+460	26.057	0				
			273.91	0	71694.255	3944.785
2+470	28.725	0				
			264.111	0	71958.366	3944.785
2+479.139	29.071	0				
			24.946	0	71983.312	3944.785
2+480	28.904	0				
			258.886	0	72242.198	3944.785
2+490	22.873	0				
			148.789	0.162	72390.987	3944.947
2+498.330	12.852	0.039				
			21.128	0.077	72412.114	3945.024
2+500	12.448	0.053				
			101.798	0.774	72513.912	3945.798
2+510	7.912	0.101				
			76.53	0.507	72590.442	3946.305
2+520	7.394	0				
			82.843	0	72673.285	3946.305
2+528.330	12.497	0				
			21.801	0	72695.085	3946.305
2+530	13.609	0				

			138.615	0	72833.7	3946.305
2+540	14.114	0				
			151.064	0	72984.764	3946.305
2+550	16.099	0				
			165.06	0	73149.825	3946.305
2+560	16.913	0				
			136.87	0.726	73286.695	3947.031
2+570	10.461	0.145				
			89.179	8.276	73375.874	3955.307
2+580	7.375	1.51				
			83.332	8.268	73459.206	3963.574
2+590	9.291	0.143				
			86.645	2.155	73545.852	3965.729
2+600	8.038	0.288				
			95.4	1.438	73641.251	3967.167
2+610	11.042	0				
			138.647	0	73779.898	3967.167
2+620	16.687	0				
			215.615	0	73995.513	3967.167
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
2+630	26.436	0				
			280.049	0	74275.562	3967.167
2+640	29.574	0				
			151.625	0	74427.187	3967.167
2+644.881	32.554	0				
			171.473	0	74598.66	3967.167
2+650	34.442	0				
			344.545	0	74943.205	3967.167
2+660	34.467	0				
			329.743	0	75272.948	3967.167
2+670	31.482	0				
			286.69	0	75559.638	3967.167
2+680	25.856	0				
			222.657	0	75782.294	3967.167
2+690	18.675	0				
			179.492	0	75961.786	3967.167
2+700	17.223	0				
			77.321	0	76039.106	3967.167
2+704.881	14.459	0				
			73.669	0	76112.775	3967.167

2+710	14.324	0				
			98.212	0	76210.987	3967.167
2+717.021	13.652	0				
			39.782	0	76250.769	3967.167
2+720	13.058	0				
			122.242	0	76373.012	3967.167
2+730	11.39	0				
			105.003	0	76478.014	3967.167
2+740	9.61	0				
			80.609	0	76558.623	3967.167
2+750	6.512	0				
			82.654	0	76641.277	3967.167
2+760	10.019	0				
			89.732	0	76731.008	3967.167
2+770	7.927	0				
			69.686	0	76800.694	3967.167
2+777.021	11.923	0				
			39.057	0	76839.752	3967.167
2+780	14.3	0				
			160.557	0	77000.309	3967.167
2+790	17.812	0				
			166.217	0	77166.526	3967.167
2+800	15.432	0				
			190.922	0	77357.448	3967.167
2+810	22.753	0				
			215.706	0	77573.154	3967.167
2+820	20.389	0				
			201.407	0	77774.56	3967.167
2+830	19.893	0				
			203.065	0	77977.626	3967.167
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
2+840	20.72	0				
			298.091	0	78275.717	3967.167
2+850	38.898	0				
			347.617	0	78623.334	3967.167
2+860	30.626	0				
			302.677	0	78926.011	3967.167
2+870	29.91	0				
			320.599	0	79246.61	3967.167
2+880	34.21	0				

			307.629	0	79554.238	3967.167
2+890	27.316	0				
			253.371	0	79807.609	3967.167
2+900	23.358	0				
			233.237	0	80040.846	3967.167
2+910	23.289	0				
			212.336	0	80253.182	3967.167
2+920	19.178	0				
			62.532	0	80315.714	3967.167
2+923.508	16.471	0				
			92.225	0	80407.939	3967.167
2+930	11.941	0				
			79.93	2.492	80487.869	3969.659
2+940	4.045	0.498				
			47.1	10.89	80534.969	3980.549
2+950	5.375	1.68				
			30.839	15.887	80565.807	3996.436
2+960	0.793	1.498				
			3.982	43.251	80569.79	4039.687
2+970	0.004	7.152				
			2.204	2.228	80571.994	4141.915
2+980	0.437	13.293				
			9.563	23.618	80581.557	4265.533
2+990	1.475	11.431				
			6.417	37.218	80587.974	4302.751
2+993.508	2.183	9.787				
			21.006	47.181	80608.98	4349.932
3+000	4.289	4.748				
			63.672	40.21	80672.652	4390.142
3+010	8.446	3.294				
			63.59	13.089	80736.242	4403.231
3+017.664	8.149	0.122				
			19.746	0.142	80755.988	4403.373
3+020	8.757	0				
			100.563	0	80856.551	4403.373
3+030	11.356	0				
			121.83	0	80978.381	4403.373
3+040	13.01	0				
			144.899	0	81123.28	4403.373
3+050	15.97	0				
			180.26	0	81303.54	4403.373

ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
3+060	20.082	0				
			219.555	0	81523.096	4403.373
3+070	23.829	0				
			254.146	0	81777.242	4403.373
3+080	27.001	0				
			213.673	0	81990.914	4403.373
3+087.664	28.76	0				
			25.415	0	82016.33	4403.373
3+088.543	29.044	0				
			42.626	0	82058.955	4403.373
3+090	29.482	0				
			304.096	0	82363.052	4403.373
3+100	31.337	0				
			268.272	0	82631.324	4403.373
3+108.543	31.465	0				
			45.807	0	82677.131	4403.373
3+110	31.428	0				
			312.571	0	82989.702	4403.373
3+120	31.086	0				
			309.886	0	83299.587	4403.373
3+130	30.891	0				
			327.971	0	83627.558	4403.373
3+140	34.703	0				
			353.652	0	83981.21	4403.373
3+150	36.027	0				
			378.74	0	84359.949	4403.373
3+160	39.721	0				
			410.777	0	84770.726	4403.373
3+170	42.434	0				
			438.932	0	85209.658	4403.373
3+180	45.352	0				
			461.955	0	85671.613	4403.373
3+190	47.039	0				
			160.421	0	85832.034	4403.373
3+193.403	47.239	0				
			311.897	0	86143.93	4403.373
3+200	47.32	0				
			475.437	0	86619.367	4403.373
3+210	47.767	0				

			166.158	0	86785.525	4403.373
3+213.403	49.883	0				
			332.753	0	87118.278	4403.373
3+220	50.999	0				
			524.734	0	87643.012	4403.373
3+230	53.948	0				
			555.023	0	88198.035	4403.373
3+240	57.057	0				
			563.877	0	88761.912	4403.373
3+250	55.719	0				
			553.658	0	89315.57	4403.373
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
3+260	55.013	0				
			549.965	0	89865.535	4403.373
3+270	54.98	0				
			279.307	0	90144.843	4403.373
3+275.065	55.306	0				
			276.289	0	90421.132	4403.373
3+280	56.668	0				
			573.436	0	90994.568	4403.373
3+290	58.019	0				
			584.464	0	91579.032	4403.373
3+300	58.873	0				
			587.25	0	92166.282	4403.373
3+310	58.577	0				
			299.138	0	92465.421	4403.373
3+315.065	59.54	0				
			295.818	0	92761.238	4403.373
3+320	60.349	0				
			600.534	0	93361.772	4403.373
3+330	59.758	0				
			585.188	0	93946.96	4403.373
3+340	57.279	0				
			548.713	0	94495.673	4403.373
3+350	52.463	0				
			500.39	0	94996.063	4403.373
3+360	47.615	0				
			466.995	0	95463.058	4403.373
3+370	45.784	0				
			451.925	0	95914.983	4403.373

3+380	44.601	0				
			454.685	0	96369.667	4403.373
3+390	46.336	0				
			464.456	0	96834.124	4403.373
3+400	46.555	0				
			449.366	0	97283.489	4403.373
3+410	43.318	0				
			432.878	0	97716.367	4403.373
3+420	43.257	0				
			243.759	0	97960.126	4403.373
3+425.608	43.676	0				
			194.169	0	98154.295	4403.373
3+430	44.743	0				
			444.163	0	98598.458	4403.373
3+440	44.09	0				
			446.007	0	99044.465	4403.373
3+450	45.111	0				
			433.457	0	99477.922	4403.373
3+460	41.58	0				
			221.239	0	99699.161	4403.373
3+465.608	37.322	0				
			165.461	0	99864.622	4403.373
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
3+470	38.024	0				
			385.518	0	100250.14	4403.373
3+480	39.08	0				
			331.428	0	100581.568	4403.373
3+488.039	43.379	0				
			85.871	0	100667.439	4403.373
3+490	44.183	0				
			478.03	0	101145.469	4403.373
3+500	51.423	0				
			531.644	0	101677.112	4403.373
3+510	54.906	0				
			541.679	0	102218.791	4403.373
3+520	53.429	0				
			420.985	0	102639.776	4403.373
3+528.039	51.311	0				
			100.508	0	102740.284	4403.373
3+530	51.177	0				

			496.855	0	103237.139	4403.373
3+540	48.194	0				
			481.218	0	103718.356	4403.373
3+550	48.049	0				
			485.003	0	104203.359	4403.373
3+560	48.951	0				
			471.178	0	104674.537	4403.373
3+570	45.285	0				
			445.951	0	105120.488	4403.373
3+580	43.906	0				
			438.337	0	105558.825	4403.373
3+590	43.762	0				
			448.561	0	106007.386	4403.373
3+600	45.951	0				
			428.986	0	106436.372	4403.373
3+610	39.847	0				
			372.994	0	106809.366	4403.373
3+620	34.752	0				
			45.395	0	106854.76	4403.373
3+621.318	34.136	0				
			291.157	0	107145.918	4403.373
3+630	32.935	0				
			303.384	0	107449.302	4403.373
3+640	27.742	0				
			232.65	0	107681.951	4403.373
3+650	18.788	0				
			170.414	0	107852.366	4403.373
3+660	15.295	0				
			19.925	0	107872.291	4403.373
3+661.318	14.943	0				
			127.253	0	107999.544	4403.373
3+670	14.371	0				
			140.842	0	108140.386	4403.373
ABSCISA	ÁREAS		VOLUMENES		VOLUMENES ACUMULADOS	
	CORTE (m2)	RELLENO (m2)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)	CORTE (m3)	RELLENO (m3)
3+680	13.797	0				
			138.623	0	108279.009	4403.373
3+690	13.928	0				
			145.86	0	108424.869	4403.373
3+700	15.244	0				
			145.106	0	108569.974	4403.373

3+710	13.777	0				
			117.701	0	108687.675	4403.373
3+720	9.763	0				
			61.848	0.484	108749.523	4403.857
3+730	2.606	0.097				
			13.03	16.194	108762.553	4420.051
3+740	0	3.142				
			0.56	31.358	108763.113	4451.41
3+750	0.112	3.13				
			0.882	34.021	108763.995	4485.431
3+760	0.064	3.675				
			1.062	36.607	108765.057	4522.037
3+770	0.148	3.647				
			1.282	35.821	108766.339	4557.858
3+780	0.108	3.517				
			1.78	20.731	108768.12	4578.59
3+790	0.248	0.629				
			20.054	3.144	108788.173	4581.734
3+800	3.763	0				
			12.021	0	108800.194	4581.734
3+802.750	4.98	0				

ANEXO 6: Conteo de tráfico

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA: 06 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA			ENCUESTADOR: Eduardo Pérez		
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	1	1	1	0	0	3	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	0	0	1	0	0	1	
7:45 - 8:00	0	0	1	0	0	1	6
8:00 - 8:15	1	0	1	0	0	2	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	5
8:30 - 8:45	0	1	1	0	0	2	6
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	7
9:00 - 9:15	0	1	0	0	0	1	6
9:15 - 9:30	1	0	1	0	0	2	7
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	5
9:45 - 10:00	1	0	1	0	0	2	5
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	1	1	0	0	3	5
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	5
10:45 - 11:00	0	0	1	0	0	1	4
11:00 - 11:15	1	0	1	0	0	2	6
11:15 - 11:30	0	1	0	0	0	1	4
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	2	6
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	6
12:00 - 12:15	1	1	1	0	0	3	7
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	7
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	6
12:45 - 1:00	1	0	0	0	0	1	6
1:00 - 1:15	1	0	1	0	0	2	5
1:15 - 1:30	1	0	1	0	0	2	6
1:30 - 1:45	0	0	1	0	0	1	6
1:45 - 2:00	1	0	0	0	0	1	6
2:00 - 2:15	1	0	1	0	0	2	6
2:15 - 2:30	0	1	0	0	0	1	5

2:30 - 2:45	2	0	1	0	0	3	7
2:45 - 3:00	1	0	1	0	0	2	8
3:00 - 3:15	2	0	0	0	0	2	8
3:15 - 3:30	0	0	0	0	0	0	7
3:30 - 3:45	1	1	1	0	0	3	7
3:45 - 4:00	1	0	0	0	0	1	6
4:00 - 4:15	1	0	1	0	0	2	6
4:15 - 4:30	0	1	0	0	0	1	7
4:30 - 4:45	1	0	1	0	0	2	6
4:45 - 5:00	0	1	0	0	0	1	6
5:00 - 5:15	1	0	1	0	0	2	6
5:15 - 5:30	0	1	0	0	0	1	6
5:30 - 5:45	1	0	1	0	0	2	6
5:45 - 6:00	0	1	0	0	0	1	6

ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA: 07 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA			ENCUESTADOR: Eduardo Pérez		
HORA	LIVIANOS	OBNI BUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	1	1	1	0	0	3	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	1	2	1	0	0	4	
7:45 - 8:00	0	0	1	0	0	1	9
8:00 - 8:15	1	0	1	0	0	2	8
8:15 - 8:30	2	1	0	0	0	3	10
8:30 - 8:45	0	1	1	0	0	2	8
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	9
9:00 - 9:15	0	1	1	0	0	2	9
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	7
9:30 - 9:45	0	1	0	0	0	1	6
9:45 - 10:00	1	0	1	0	0	2	6
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	1	1	0	0	3	6
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	5
10:45 - 11:00	0	1	2	0	0	3	6
11:00 - 11:15	1	0	1	0	0	2	8
11:15 - 11:30	0	1	0	0	0	1	6
11:30 - 11:45	1	1	1	0	0	3	9
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	7
12:00 - 12:15	1	1	1	0	0	3	8
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	9
12:30 - 12:45	0	1	0	0	0	1	7
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	8
1:00 - 1:15	1	0	1	0	0	2	7
1:15 - 1:30	1	1	1	0	0	3	8
1:30 - 1:45	0	0	1	0	0	1	8
1:45 - 2:00	1	1	0	0	0	2	8
2:00 - 2:15	1	0	1	0	0	2	8
2:15 - 2:30	0	1	0	0	0	1	6
2:30 - 2:45	1	0	1	0	0	2	7

2:45 - 3:00	1	1	1	0	0	3	8
3:00 - 3:15	1	0	0	0	0	1	7
3:15 - 3:30	0	0	0	0	0	0	6
3:30 - 3:45	1	1	0	0	0	2	6
3:45 - 4:00	1	0	0	0	0	1	4
4:00 - 4:15	1	0	1	0	0	2	5
4:15 - 4:30	0	1	0	0	0	1	6
4:30 - 4:45	1	0	1	0	0	2	6
4:45 - 5:00	0	1	0	0	0	1	6
5:00 - 5:15	1	1	1	0	0	3	7
5:15 - 5:30	0	1	0	0	0	1	7
5:30 - 5:45	1	0	1	0	0	2	7
5:45 - 6:00	0	1	1	0	0	2	8

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA:		08 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA		ENCUESTADOR: Eduardo Pérez	
HORA	LIVIANOS	OBNI BUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	1	1	1	0	0	3	
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	1	
7:30 - 7:45	1	1	1	0	0	3	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	7
8:00 - 8:15	1	0	1	0	0	2	6
8:15 - 8:30	1	1	0	0	0	2	7
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	4
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	6
9:00 - 9:15	0	1	1	0	0	2	6
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	5
9:30 - 9:45	0	1	0	0	0	1	6
9:45 - 10:00	1	0	1	0	0	2	6
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	0	1	0	0	2	5
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	4
10:45 - 11:00	1	1	1	0	0	3	5
11:00 - 11:15	0	0	1	0	0	1	6
11:15 - 11:30	0	1	0	0	0	1	5
11:30 - 11:45	1	1	1	0	0	3	8
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	6
12:00 - 12:15	0	1	0	0	0	1	6
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	7
12:30 - 12:45	0	1	0	0	0	1	5
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	6
1:00 - 1:15	1	1	1	0	0	3	8
1:15 - 1:30	1	1	1	0	0	3	9
1:30 - 1:45	0	2	1	0	0	3	11
1:45 - 2:00	1	1	0	0	0	2	11
2:00 - 2:15	1	0	0	0	0	1	9
2:15 - 2:30	0	2	0	0	0	2	8

2:30 - 2:45	1	0	1	0	0	2	7
2:45 - 3:00	1	1	0	0	0	2	7
3:00 - 3:15	1	1	0	0	0	2	8
3:15 - 3:30	0	0	1	0	0	1	7
3:30 - 3:45	1	1	0	0	0	2	7
3:45 - 4:00	1	0	1	0	0	2	7
4:00 - 4:15	1	0	0	0	0	1	6
4:15 - 4:30	0	1	0	0	0	1	6
4:30 - 4:45	1	1	0	0	0	2	6
4:45 - 5:00	0	1	0	0	0	1	5
5:00 - 5:15	0	1	0	0	0	1	5
5:15 - 5:30	0	1	0	0	0	1	5
5:30 - 5:45	1	2	1	0	0	4	7
5:45 - 6:00	0	1	1	0	0	2	8

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA: 09 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA			ENCUESTADOR: Eduardo Pérez		
HORA	LIVIANOS	OBNI BUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	0	2	0	0	0	2	
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	
7:30 - 7:45	1	1	1	0	0	3	
7:45 - 8:00	0	2	0	0	0	2	9
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	8
8:15 - 8:30	2	0	1	0	0	3	9
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	6
8:45 - 9:00	0	1	1	0	0	2	6
9:00 - 9:15	0	0	1	0	0	1	6
9:15 - 9:30	1	0	1	0	0	2	5
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	5
9:45 - 10:00	1	0	1	0	0	2	5
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	5
10:15 - 10:30	0	0	1	0	0	1	4
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	4
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	1	1	1	0	0	3	5
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	4
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	2	6
11:45 - 12:00	0	1	0	0	0	1	6
12:00 - 12:15	0	1	0	0	0	1	4
12:15 - 12:30	1	2	0	0	0	3	7
12:30 - 12:45	1	1	0	0	0	2	7
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	8
1:00 - 1:15	1	0	1	0	0	2	9
1:15 - 1:30	1	1	0	0	0	2	8
1:30 - 1:45	1	0	1	0	0	2	8
1:45 - 2:00	1	1	0	0	0	2	8
2:00 - 2:15	1	0	0	0	0	1	7
2:15 - 2:30	0	0	0	0	0	0	5

2:30 - 2:45	1	0	1	0	0	2	5
2:45 - 3:00	1	1	0	0	0	2	5
3:00 - 3:15	0	0	0	0	0	0	4
3:15 - 3:30	0	0	0	0	0	0	4
3:30 - 3:45	1	0	0	0	0	1	3
3:45 - 4:00	0	2	1	0	0	3	4
4:00 - 4:15	0	1	0	0	0	1	5
4:15 - 4:30	0	1	1	0	0	2	7
4:30 - 4:45	1	0	0	0	0	1	7
4:45 - 5:00	0	1	0	0	0	1	5
5:00 - 5:15	1	1	1	0	0	3	7
5:15 - 5:30	0	0	0	0	0	0	5
5:30 - 5:45	1	0	1	0	0	2	6
5:45 - 6:00	0	1	0	0	0	1	6

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA: 10 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA			ENCUESTADOR: Eduardo Pérez		
HORA	LIVIANOS	OBNIBUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	0	1	2	0	0	3	
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	
7:30 - 7:45	2	1	0	0	0	3	
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	6
8:00 - 8:15	0	2	0	0	0	2	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	6
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	1	0	0	2	5
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	4
9:15 - 9:30	0	1	1	0	0	2	5
9:30 - 9:45	0	1	0	0	0	1	6
9:45 - 10:00	2	0	1	0	0	3	7
10:00 - 10:15	0	0	2	0	0	2	8
10:15 - 10:30	2	0	0	0	0	2	8
10:30 - 10:45	0	1	1	0	0	2	9
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	6
11:00 - 11:15	1	1	1	0	0	3	7
11:15 - 11:30	1	0	1	0	0	2	7
11:30 - 11:45	0	1	1	0	0	2	7
11:45 - 12:00	0	1	0	0	0	1	8
12:00 - 12:15	0	0	1	0	0	1	6
12:15 - 12:30	1	0	2	0	0	3	7
12:30 - 12:45	0	1	0	0	0	1	6
12:45 - 1:00	0	0	1	0	0	1	6
1:00 - 1:15	0	0	1	0	0	1	6
1:15 - 1:30	0	1	0	0	0	1	4
1:30 - 1:45	0	0	1	0	0	1	4
1:45 - 2:00	1	1	0	0	0	2	5
2:00 - 2:15	1	0	0	0	0	1	5
2:15 - 2:30	1	1	1	0	0	3	7

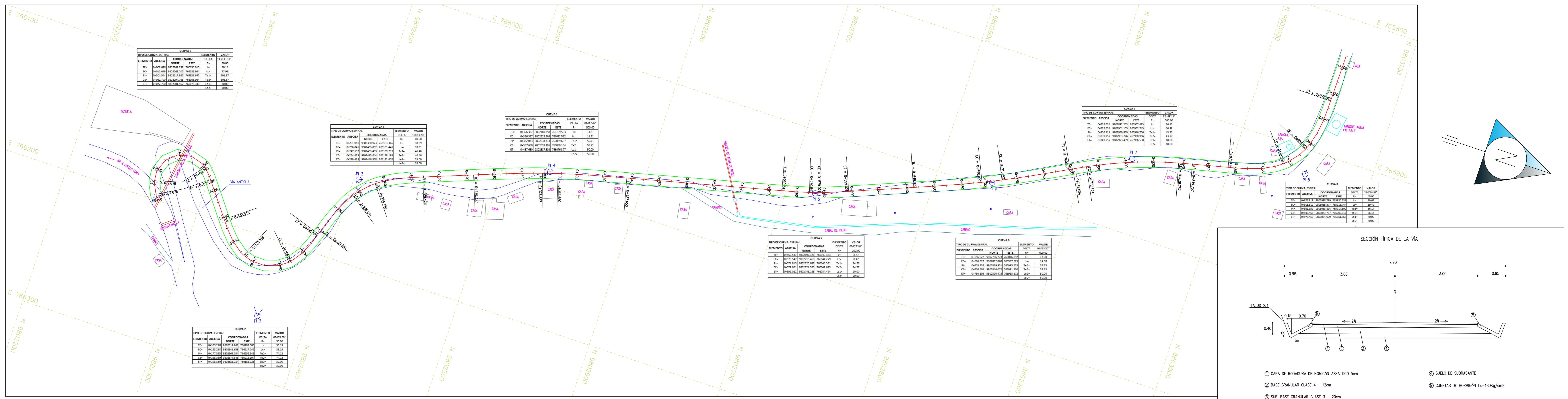
2:30 - 2:45	1	0	1	0	0	2	8
2:45 - 3:00	1	1	0	0	0	2	8
3:00 - 3:15	1	0	1	0	0	2	9
3:15 - 3:30	1	1	1	0	0	3	9
3:30 - 3:45	0	1	0	0	0	1	8
3:45 - 4:00	0	0	0	0	0	0	6
4:00 - 4:15	1	1	0	0	0	2	6
4:15 - 4:30	0	0	1	0	0	1	4
4:30 - 4:45	1	1	1	0	0	3	6
4:45 - 5:00	0	1	0	0	0	1	7
5:00 - 5:15	0	0	0	0	0	0	5
5:15 - 5:30	2	1	2	0	0	5	9
5:30 - 5:45	0	0	0	0	0	0	6
5:45 - 6:00	0	1	0	0	0	1	6

ESTUDIO DE TRÁFICO							
ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO							
FECHA: 12 DE AGOSTO DEL 2012		ENTRADA Y SALIDA			ENCUESTADOR: Eduardo Pérez		
HORA	LIVIANOS	OBNI BUS	CAMION			TOTAL	TOTAL ACU
	Automoviles	Buses Grandes (mas de 35 pasajeros) de 3 ejes	Camiones Medianos (2.5 a 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 2 ejes	Camiones Grandes (mas 10.0 t) de 3 ejes		
	1	B3	C-2-P	C-2-G	C3		
7:00 - 7:15	1	2	0	0	0	3	
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	2	
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	7
8:00 - 8:15	1	1	0	0	0	2	6
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	5
8:30 - 8:45	1	1	1	0	0	3	6
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	6
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	4
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	2	6
9:30 - 9:45	0	1	0	0	0	1	4
9:45 - 10:00	2	1	1	0	0	4	7
10:00 - 10:15	0	1	0	0	0	1	8
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	7
10:30 - 10:45	0	1	1	0	0	2	8
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	5
11:00 - 11:15	1	1	0	0	0	2	6
11:15 - 11:30	0	0	1	0	0	1	6
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	4
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	2	5
12:00 - 12:15	0	0	1	0	0	1	4
12:15 - 12:30	1	1	0	0	0	2	5
12:30 - 12:45	1	1	0	0	0	2	7
12:45 - 1:00	1	0	1	0	0	2	7
1:00 - 1:15	0	1	0	0	0	1	7
1:15 - 1:30	2	1	0	0	0	3	8
1:30 - 1:45	0	0	0	0	0	0	6
1:45 - 2:00	1	1	1	0	0	3	7
2:00 - 2:15	1	1	0	0	0	2	8
2:15 - 2:30	2	1	0	0	0	3	8

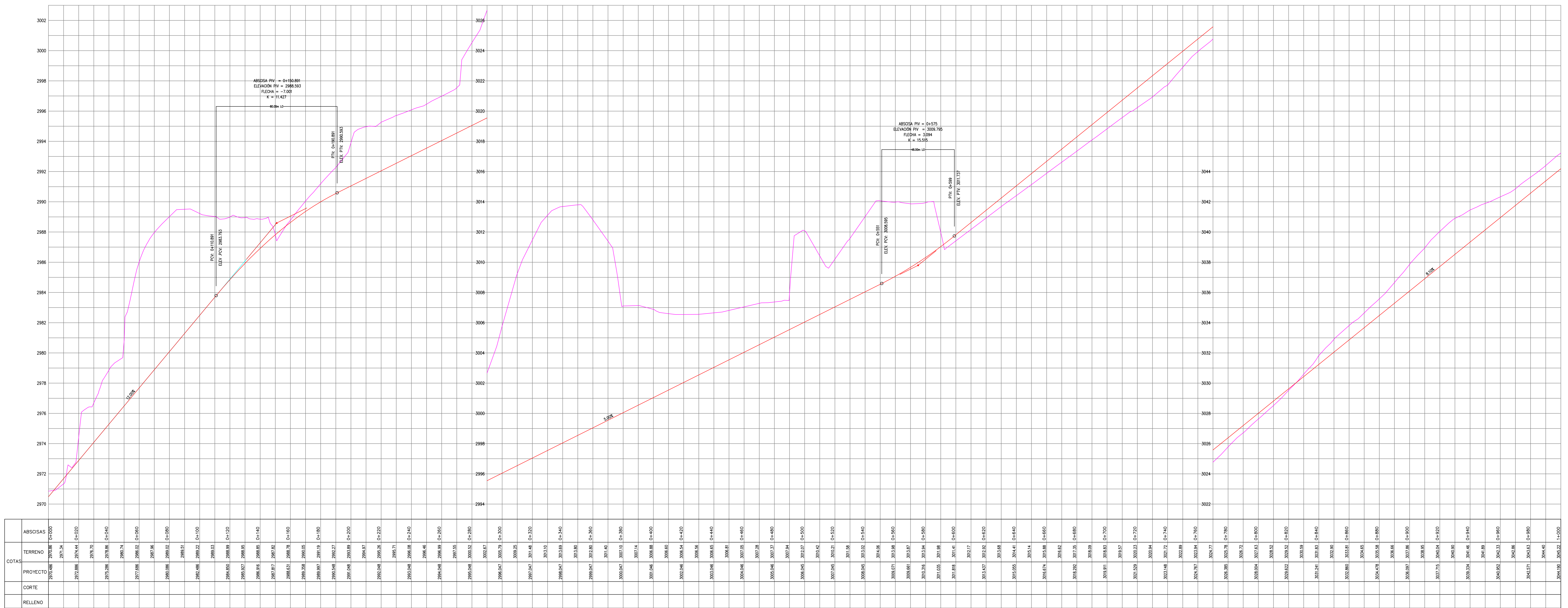
2:30 - 2:45	1	0	1	0	0	2	10
2:45 - 3:00	2	1	0	0	0	3	10
3:00 - 3:15	1	0	0	0	0	1	9
3:15 - 3:30	0	1	1	0	0	2	8
3:30 - 3:45	1	0	0	0	0	1	7
3:45 - 4:00	1	0	0	0	0	1	5
4:00 - 4:15	0	1	1	0	0	2	6
4:15 - 4:30	0	0	0	0	0	0	4
4:30 - 4:45	0	0	0	0	0	0	3
4:45 - 5:00	0	2	0	0	0	2	4
5:00 - 5:15	0	0	0	0	0	0	2
5:15 - 5:30	1	1	0	0	0	2	4
5:30 - 5:45	0	1	0	0	0	1	5
5:45 - 6:00	0	1	0	0	0	1	4

ANEXO 7

Planos de la vía Tulabug Escalera – Cabecera de la Comunidad de Santa Ana de Guagñag.



ESCALA 1:1000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA TULABUG ESCALERA - SANTA ANA DE GUAGRAG
PREVIAMENTE A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN: PARROQUIA : LUCTO CANTÓN: RIOBAMBA PROVINCIA: CHMB

ESCALAS: INDICADAS CONTIENE: LAMINA

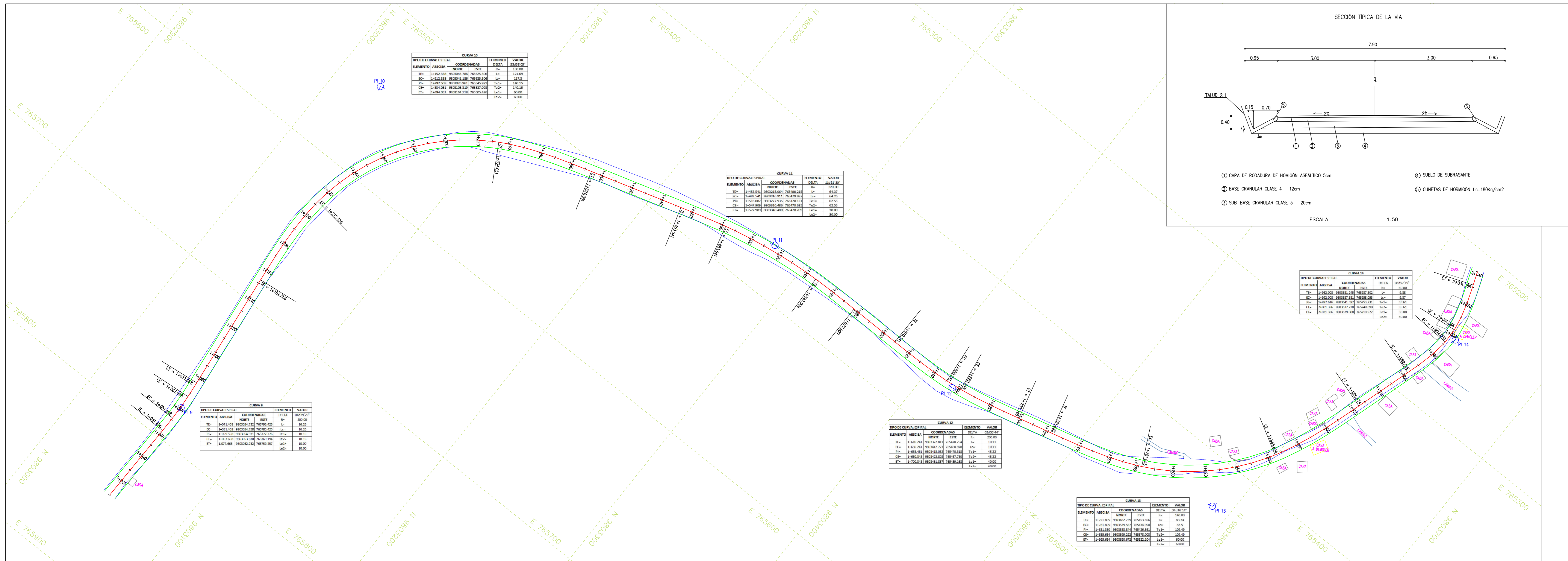
CLASE DE VÍA: TIPO IV

DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL 1 DE 4

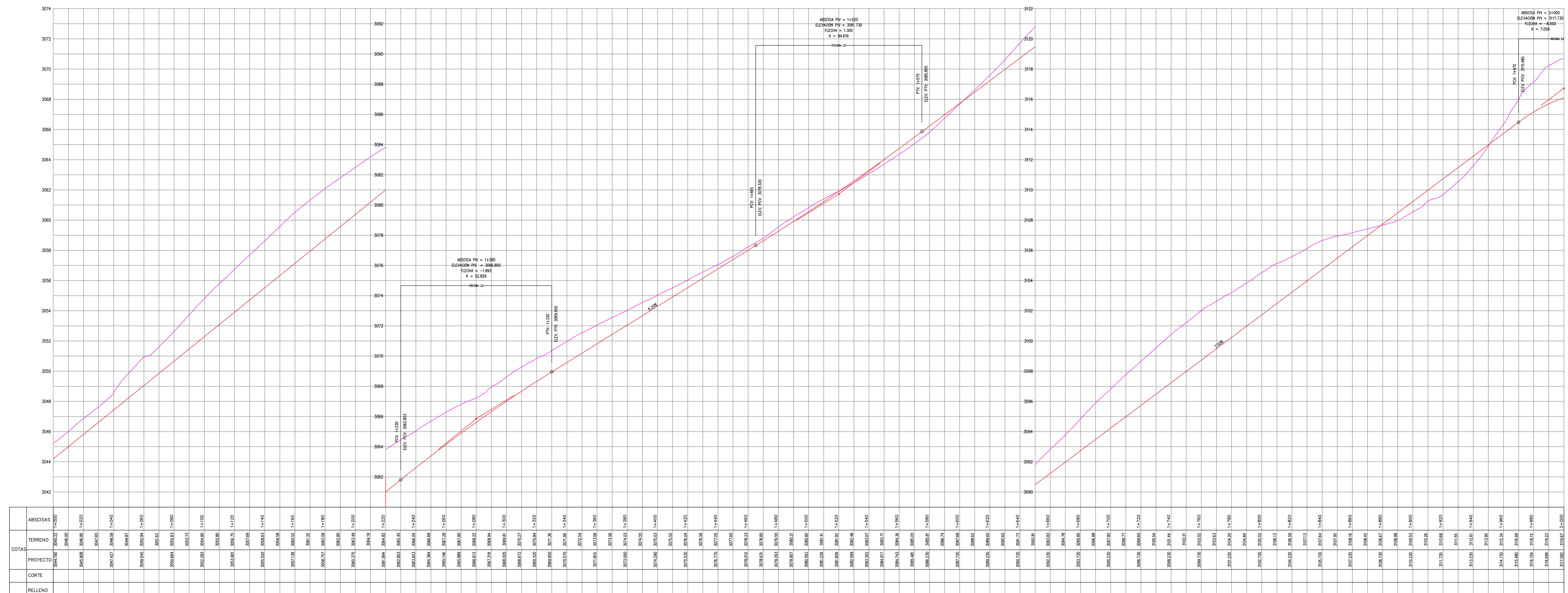
ABSCISA: LEVANTAMIENTO Y DIBUJO: REVISADO: APROBADO:

0+000 A 1+000

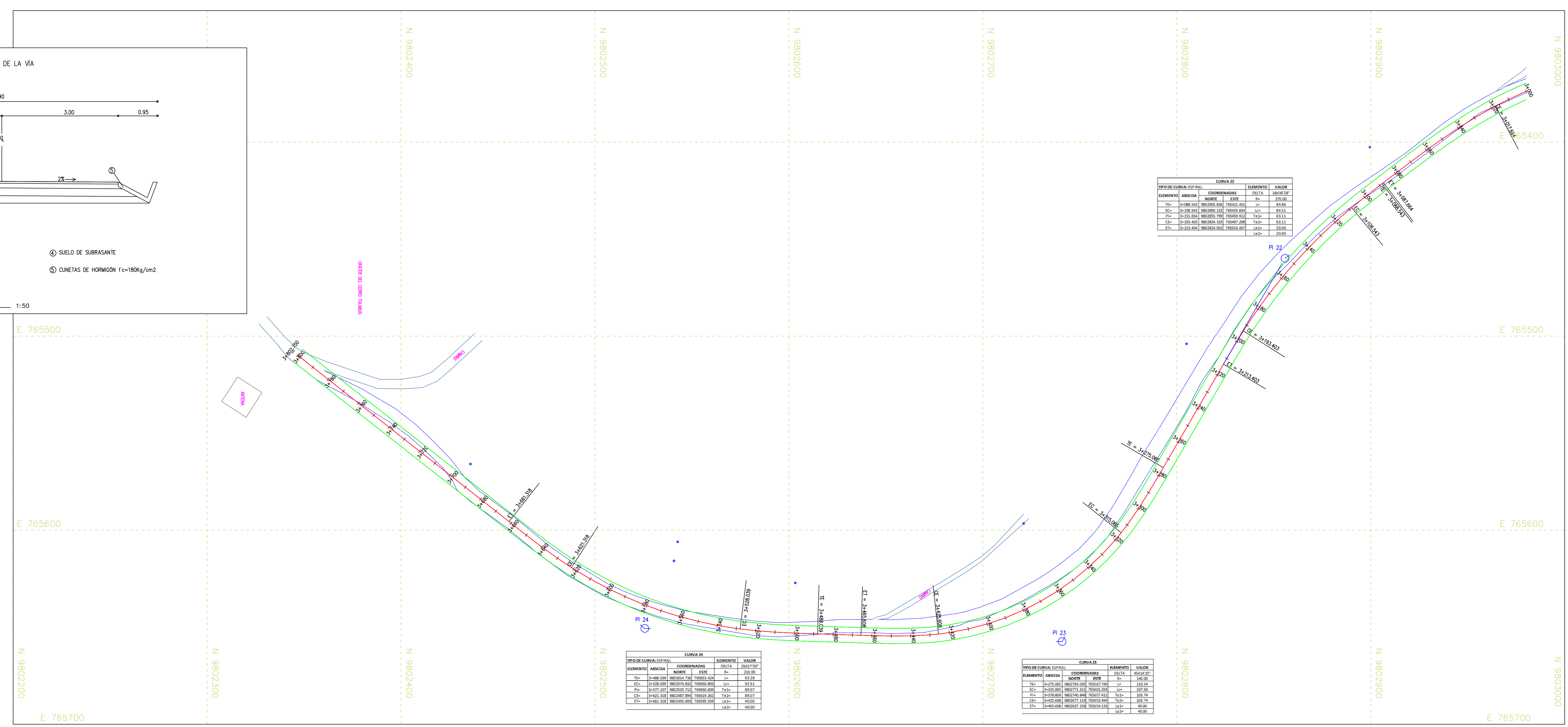
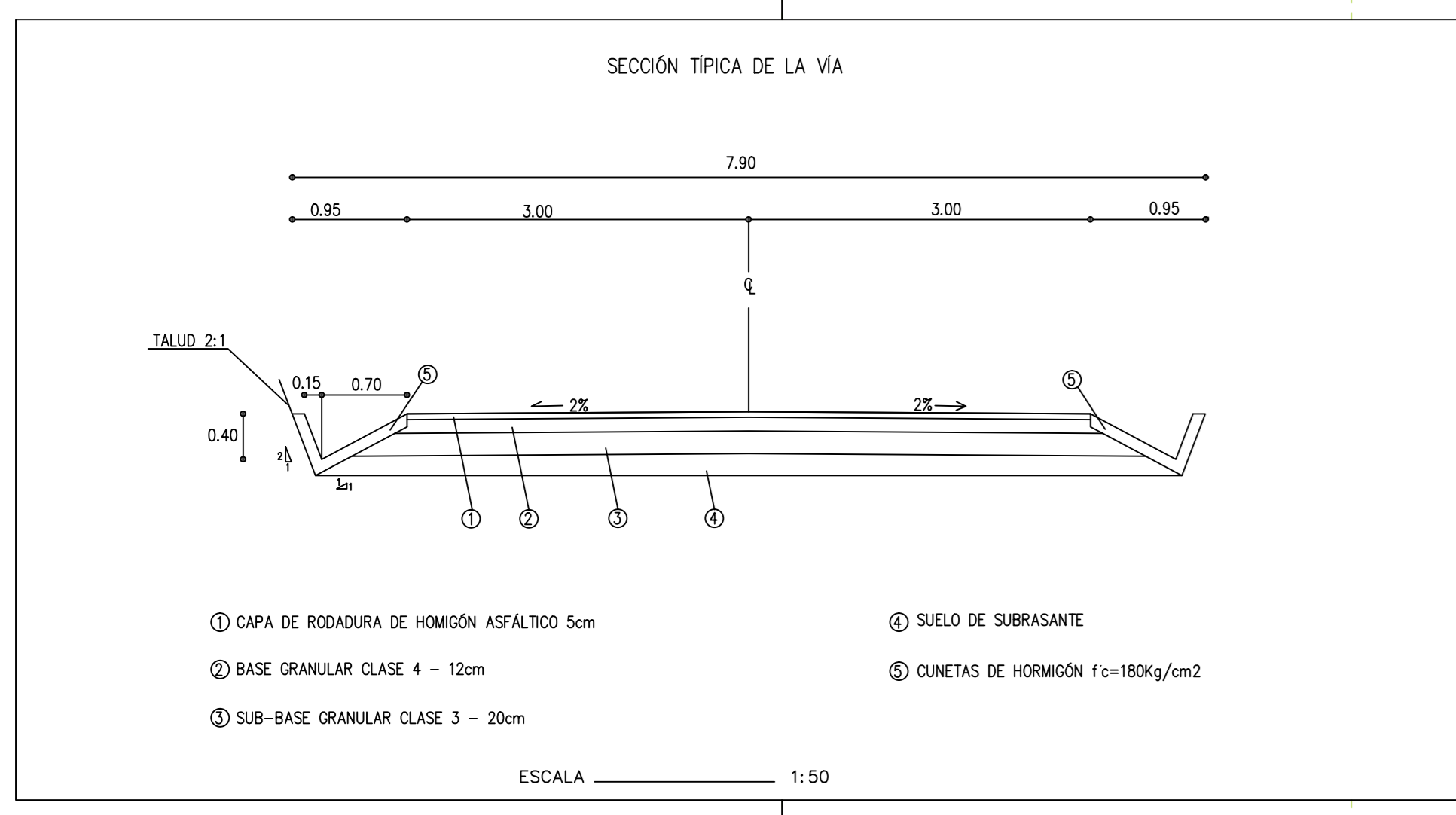
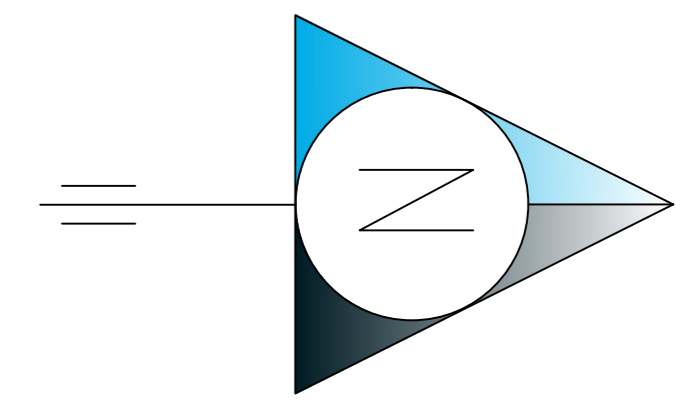
EDUARDO PEREZ NG. IBAN WARRIO NG. IBAN WARRIO



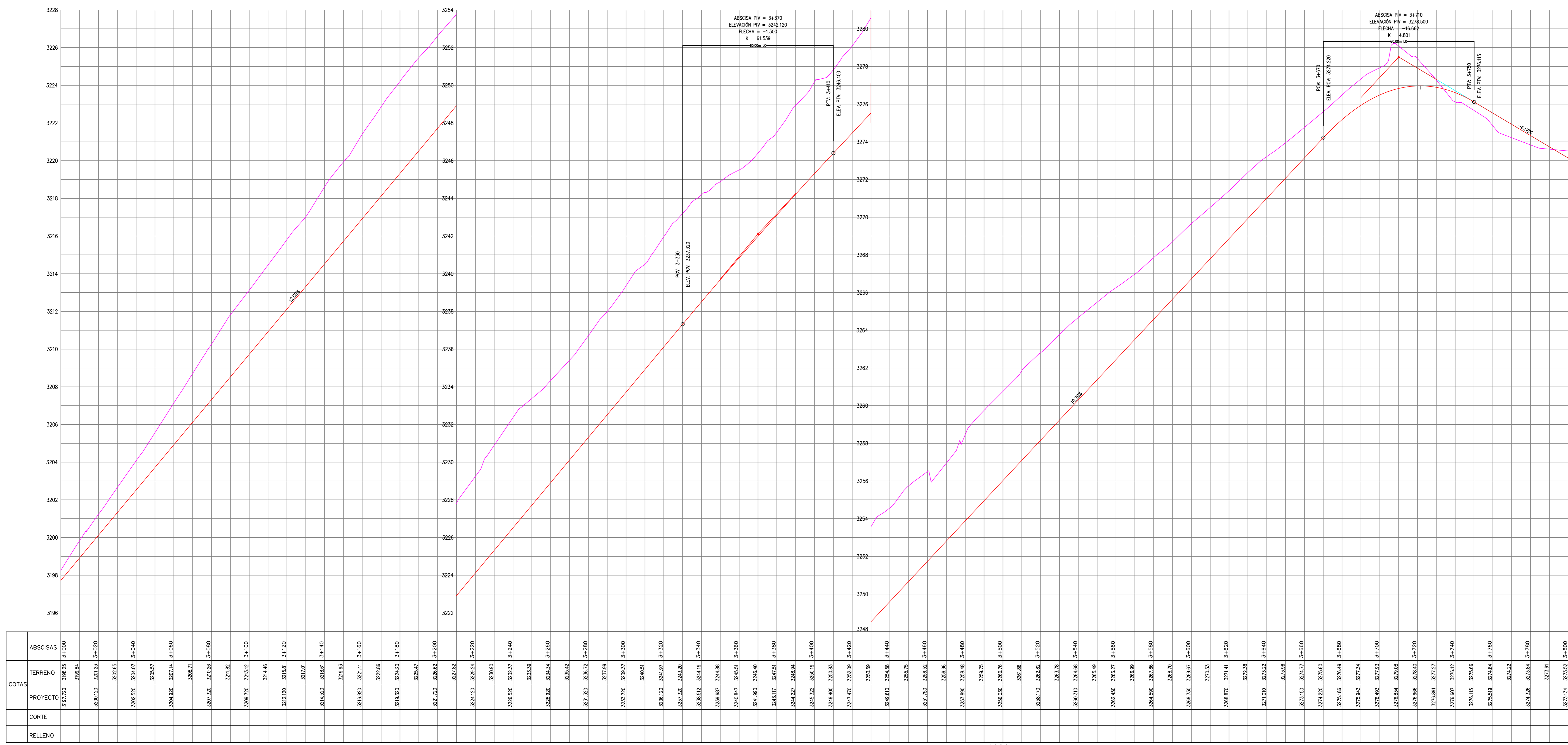
ESCALA 1:1000

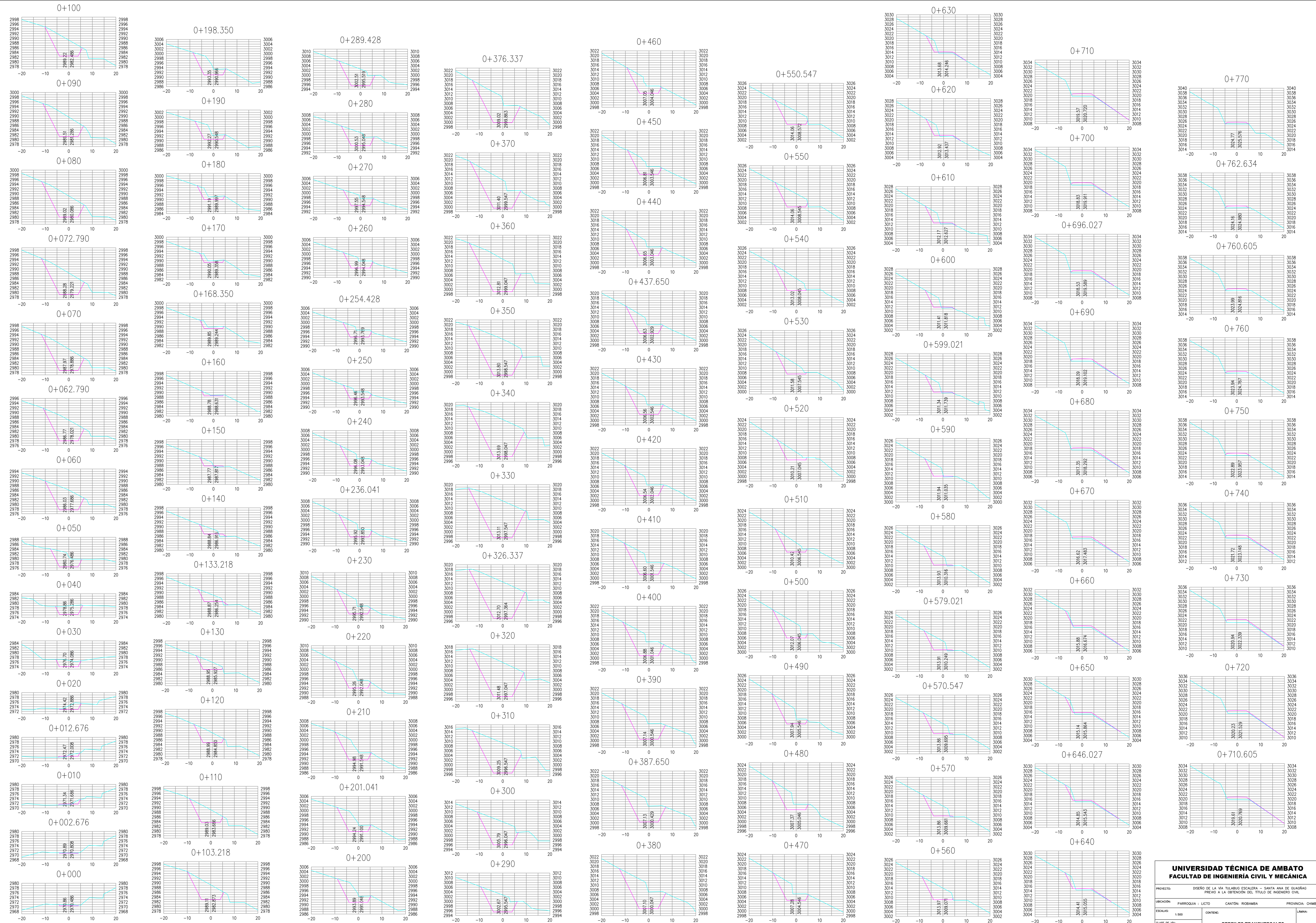


ESCALA H = 1000 V = 100



ESCALA: 1:1000





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA TUBULAR ESCALERA - SANTA ANA DE GUAGUAG
 PRELIM A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UBICACIÓN: PARROQUIA : LICTO CANTÓN: RIOBAMBA PROVINCIA: CHMB

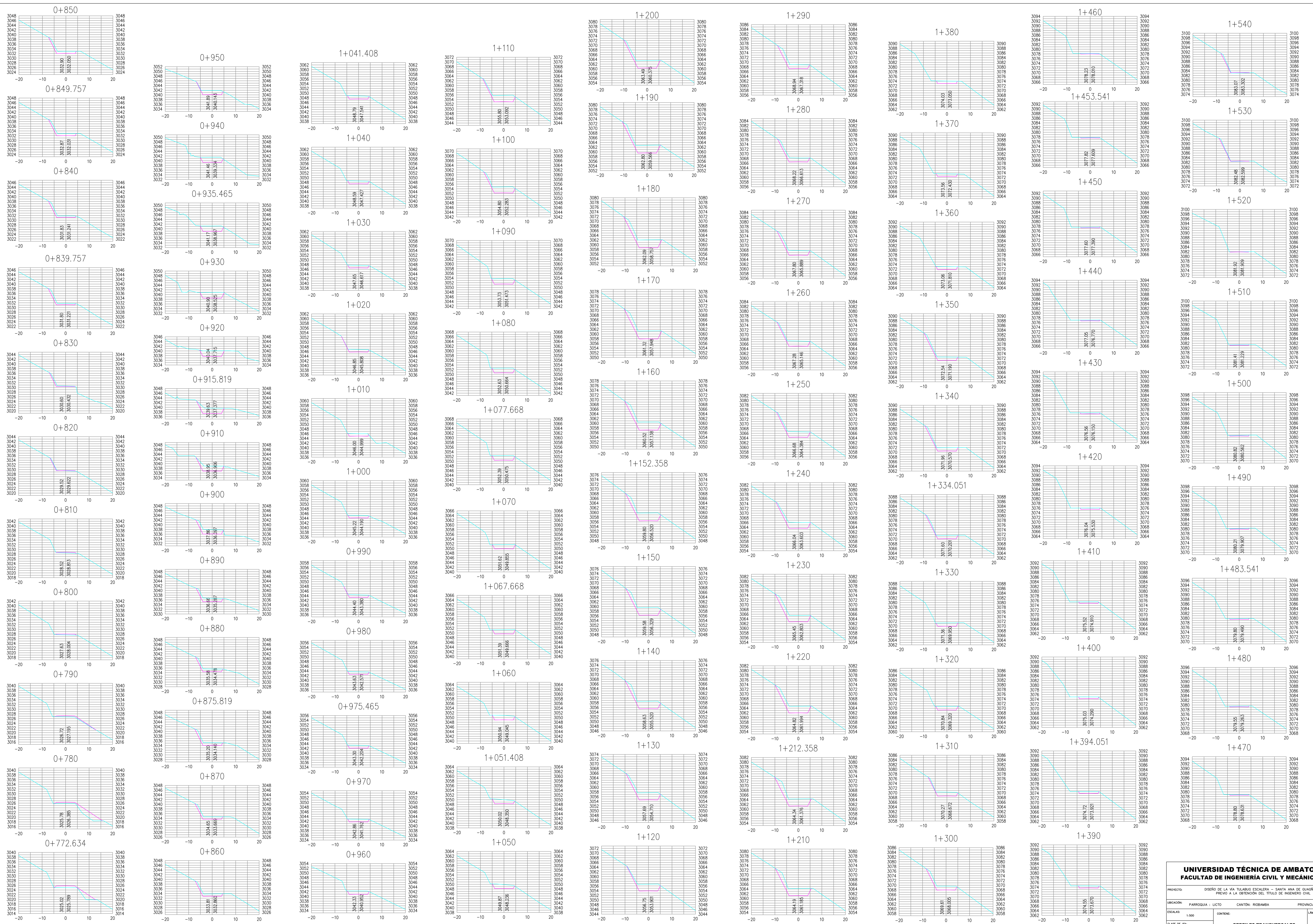
ESCALA: 1:500 CONTENIDO: ANEXO

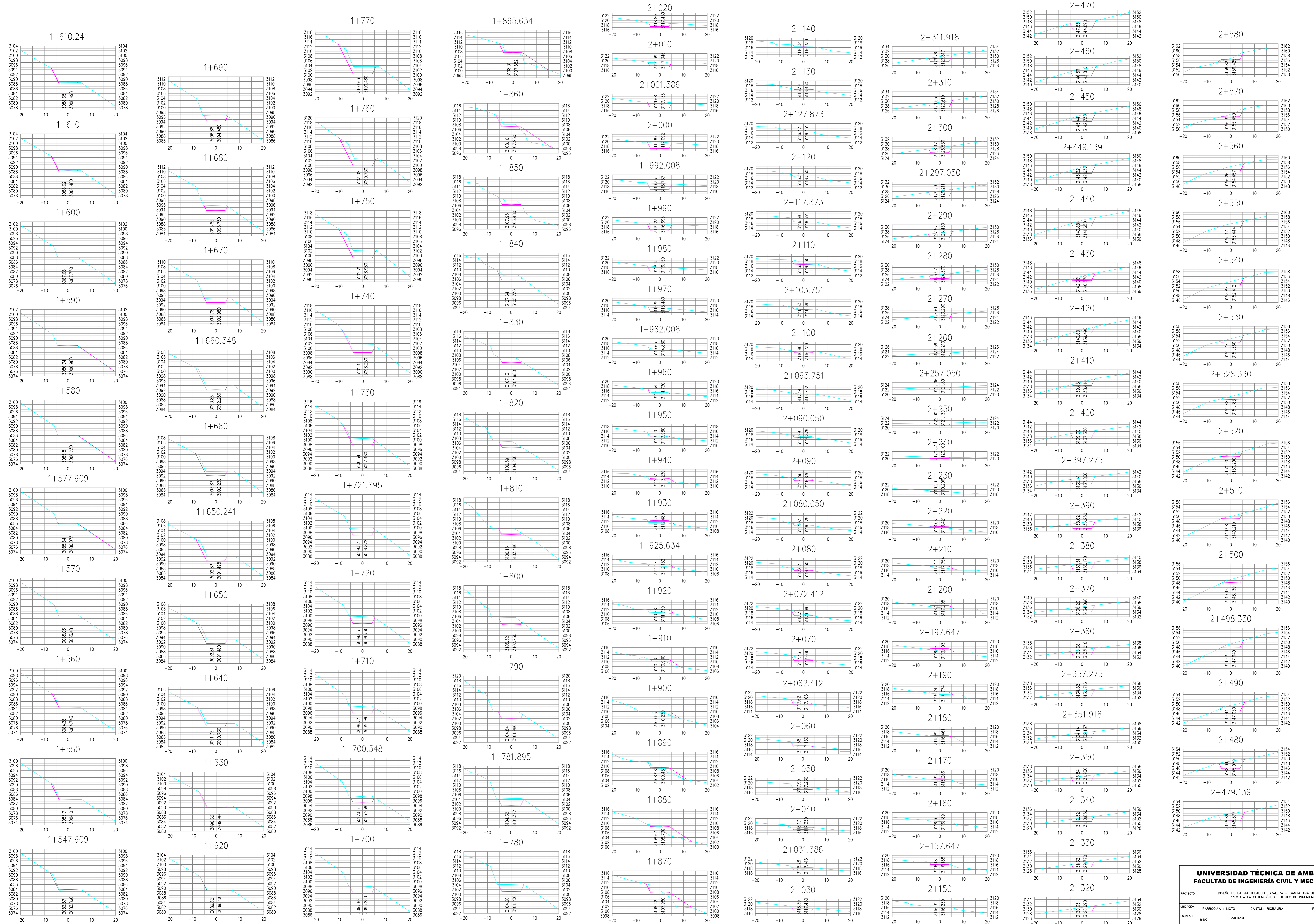
CLASE DE MA: **PERFILES TRANSVERSALES**

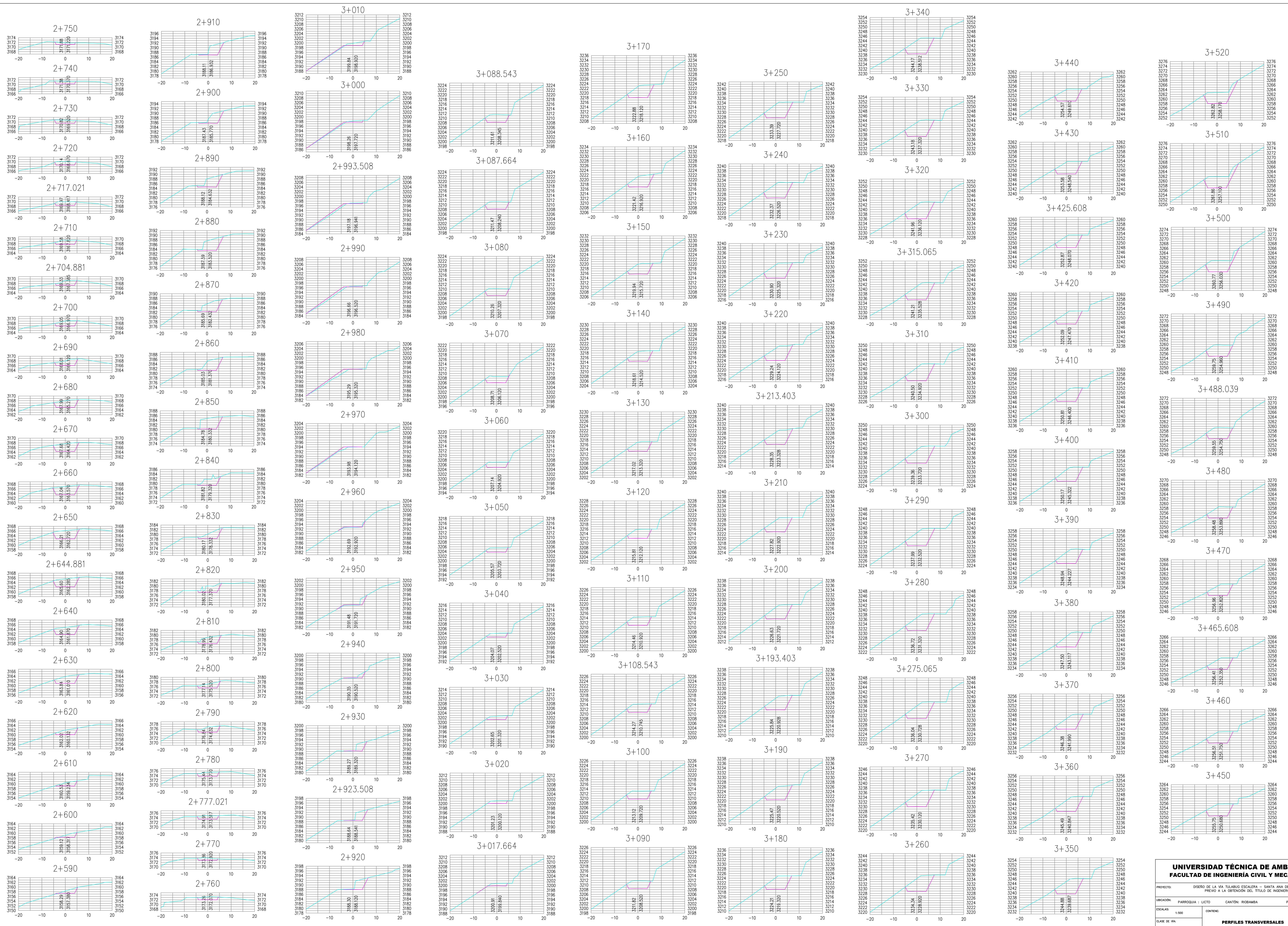
TPD IV 1 DE 5

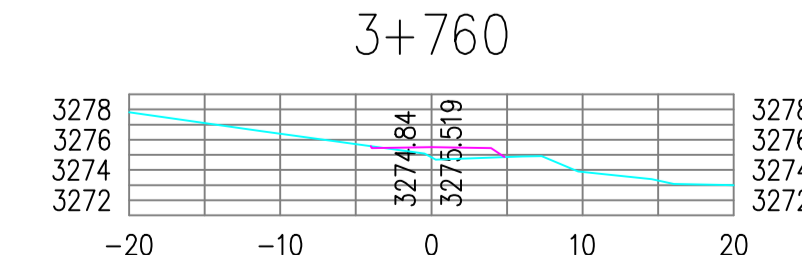
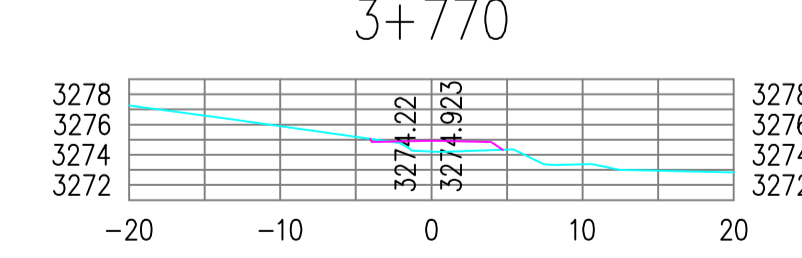
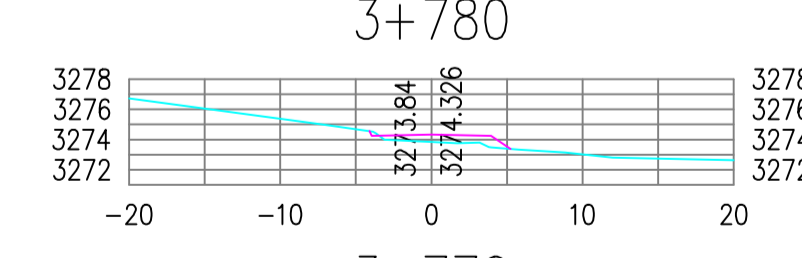
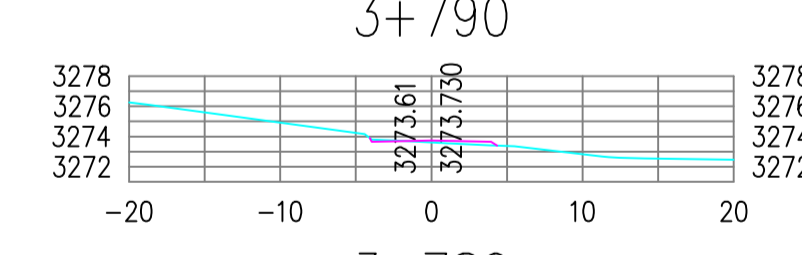
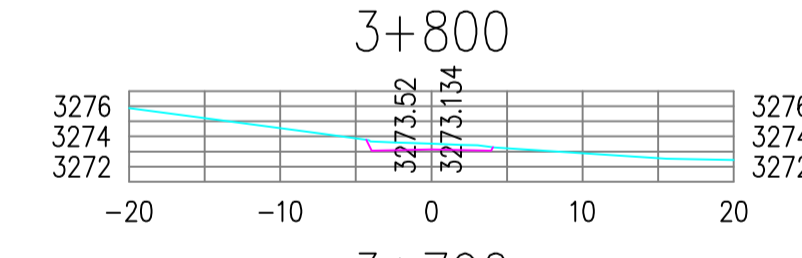
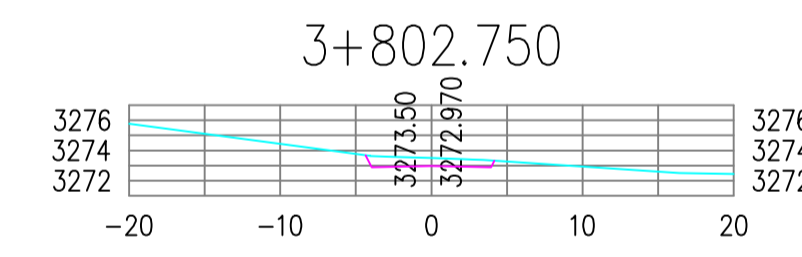
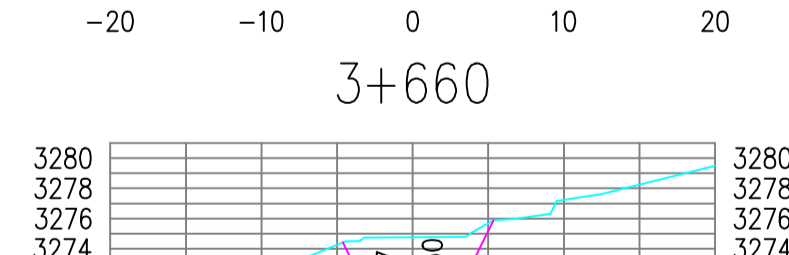
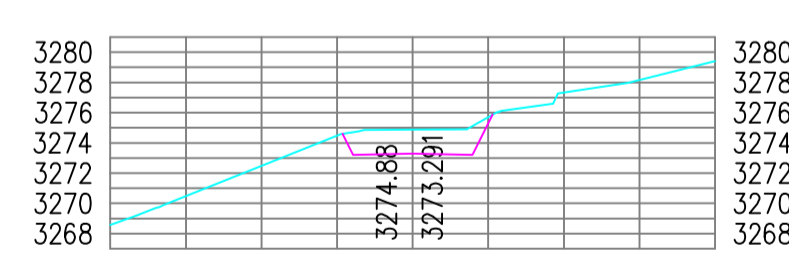
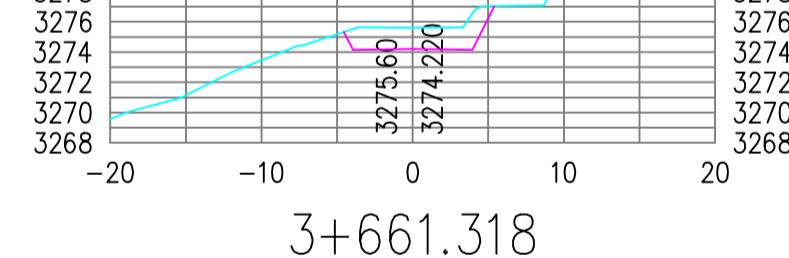
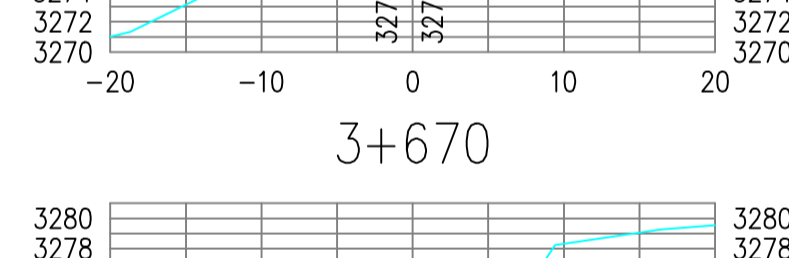
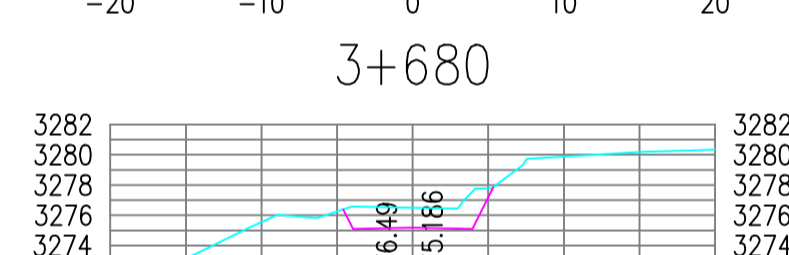
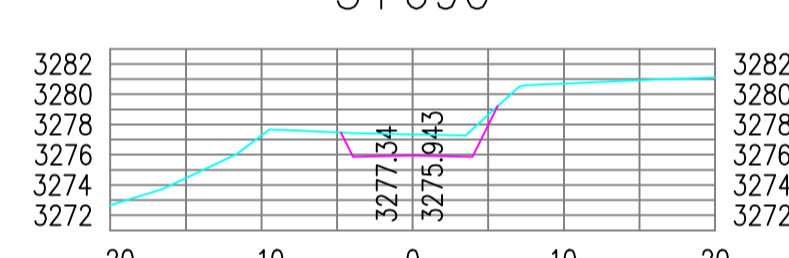
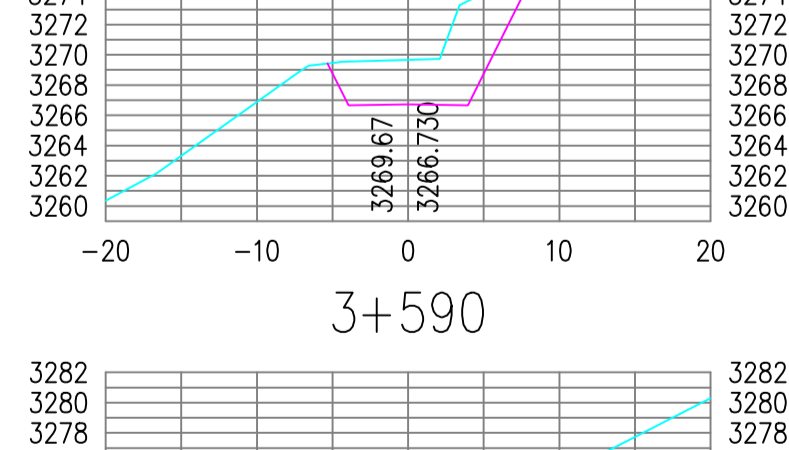
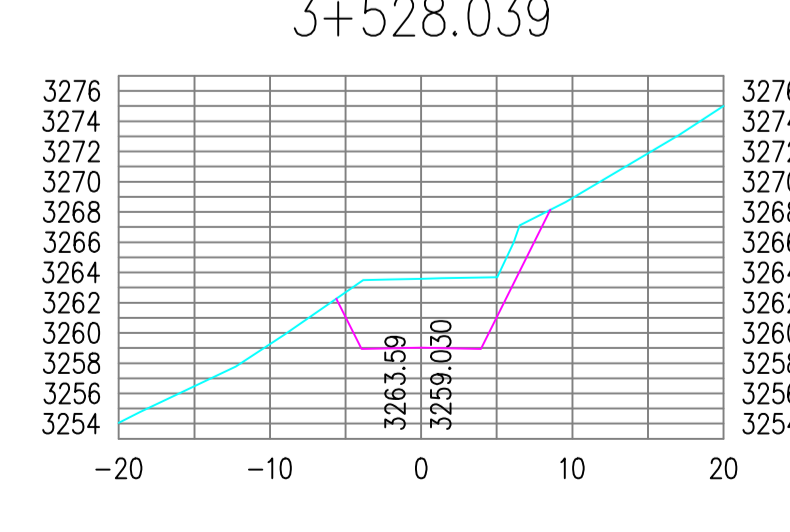
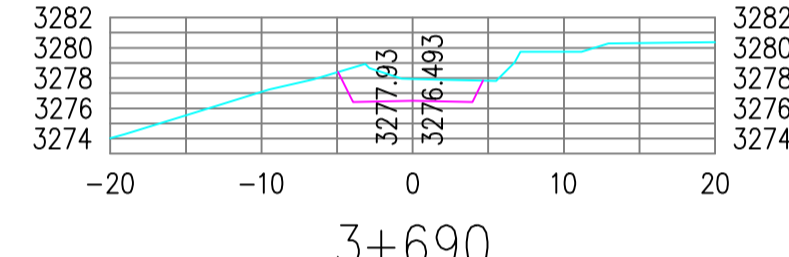
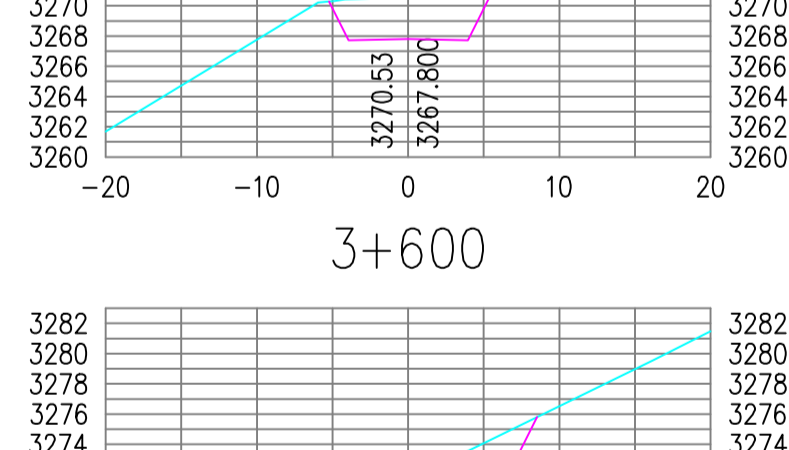
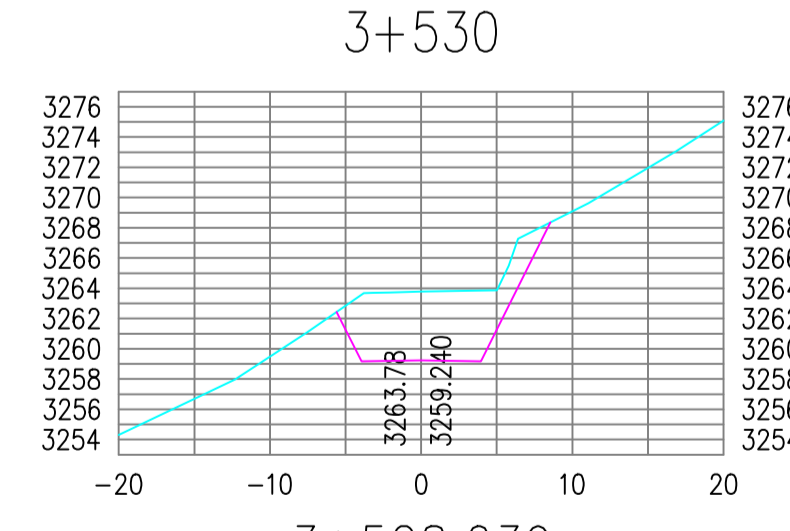
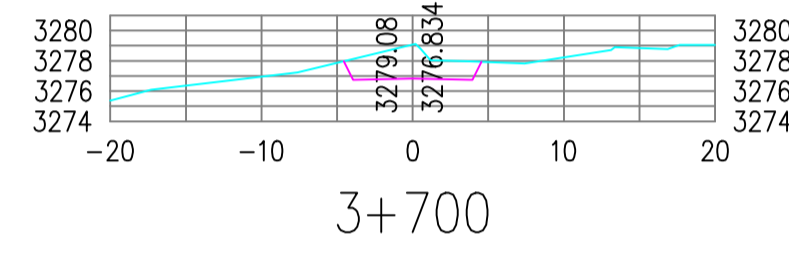
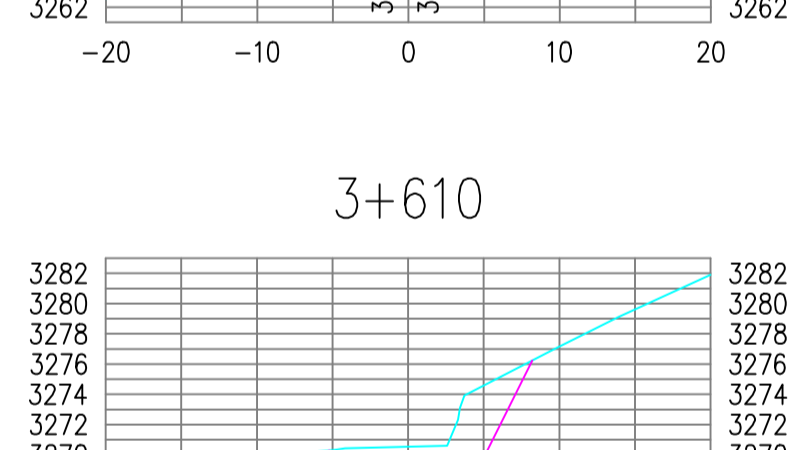
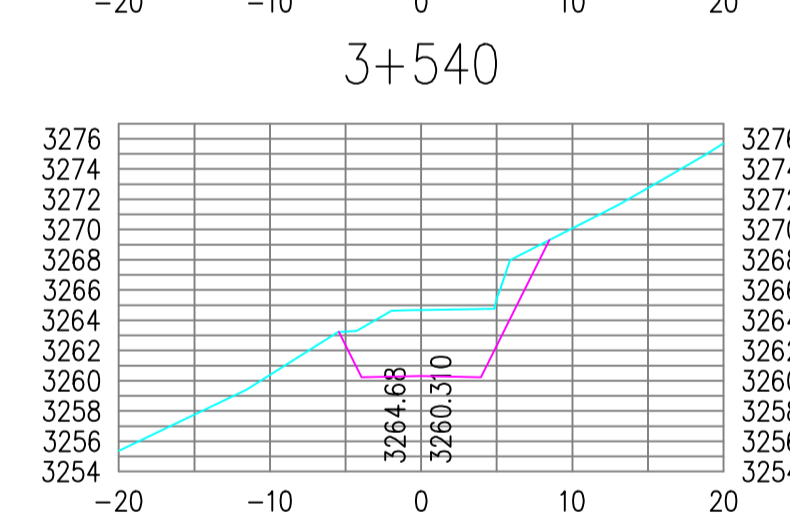
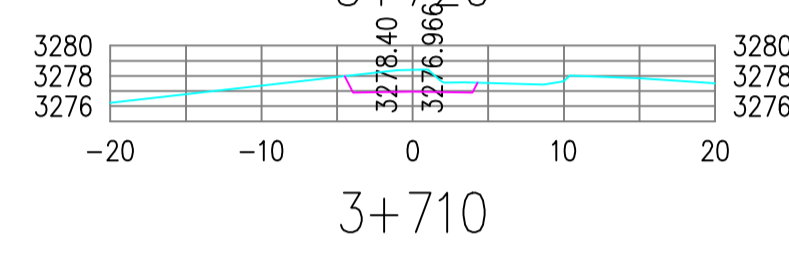
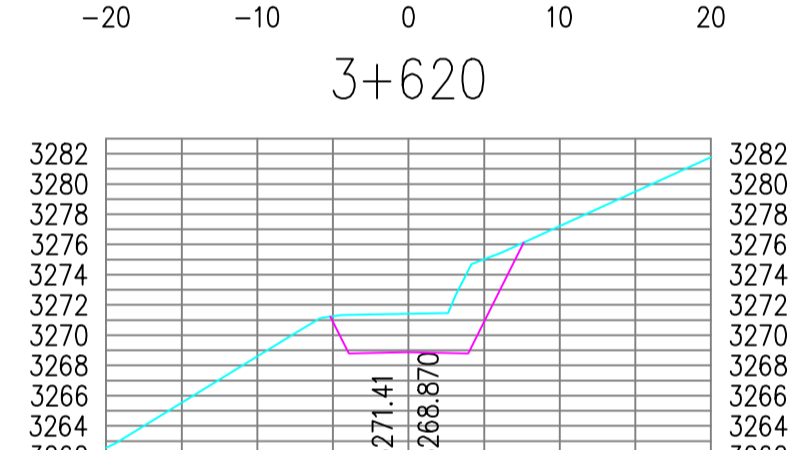
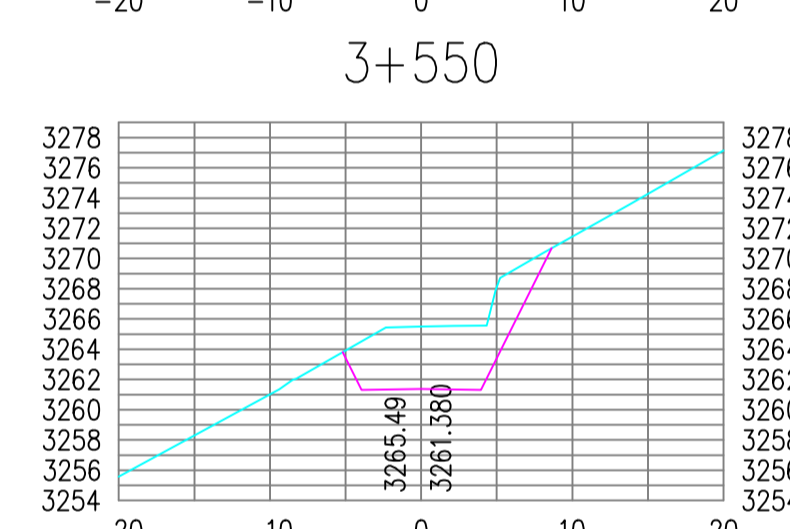
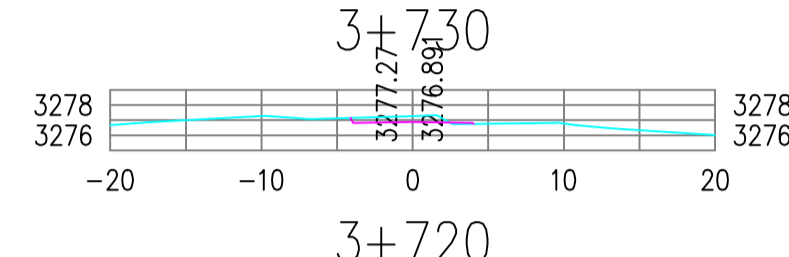
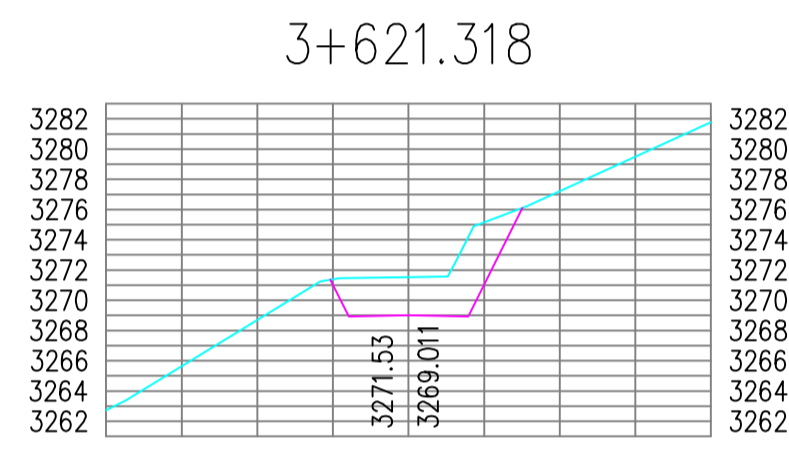
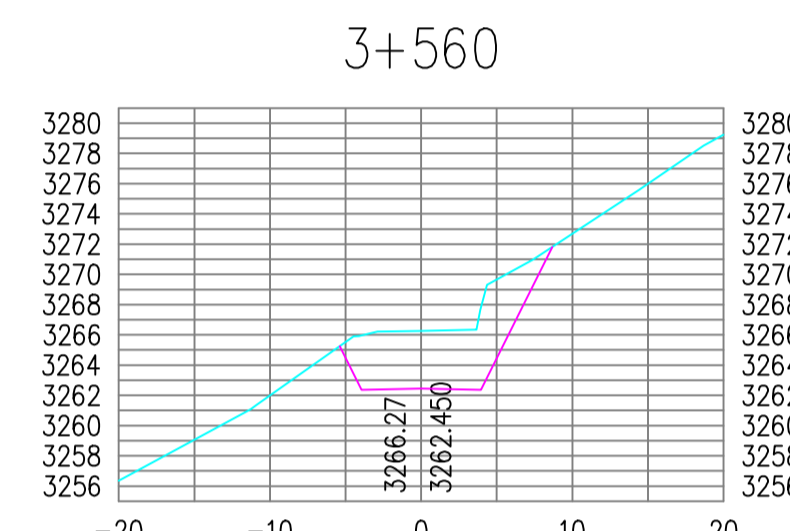
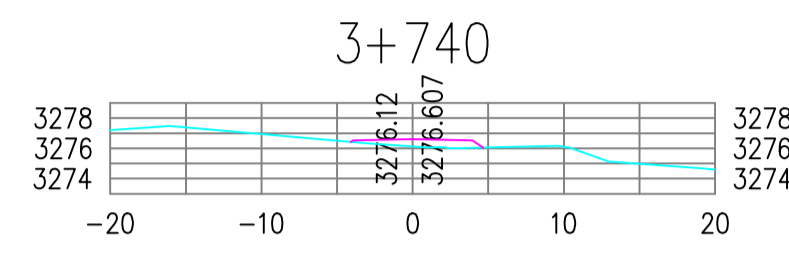
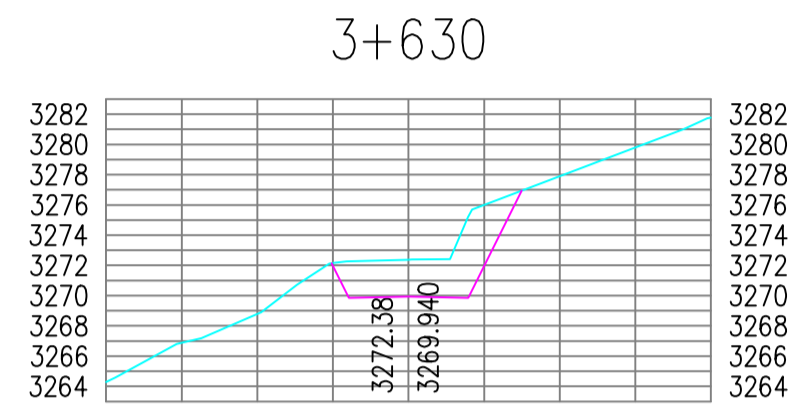
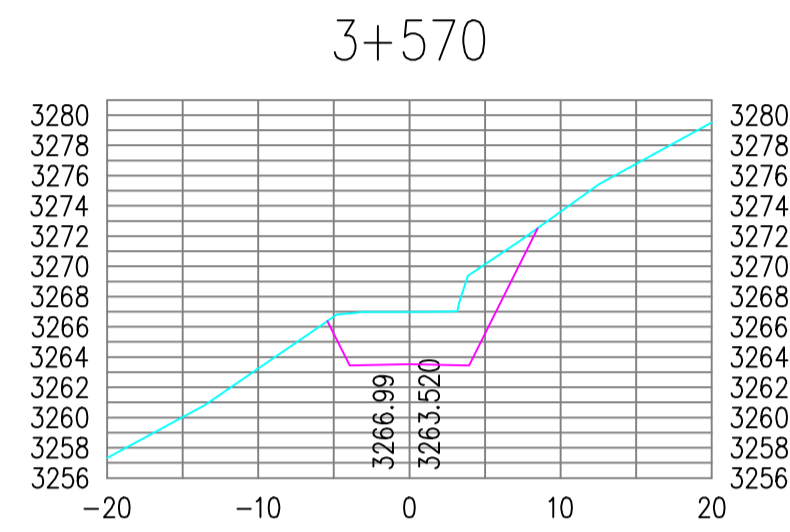
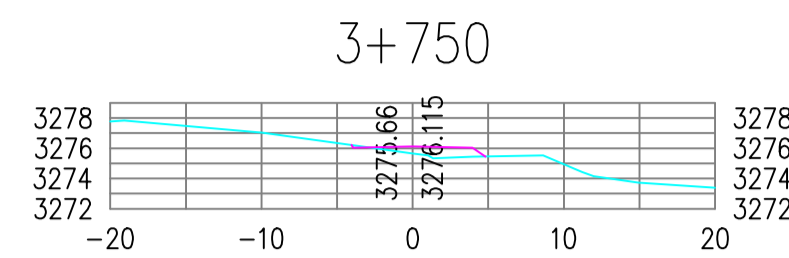
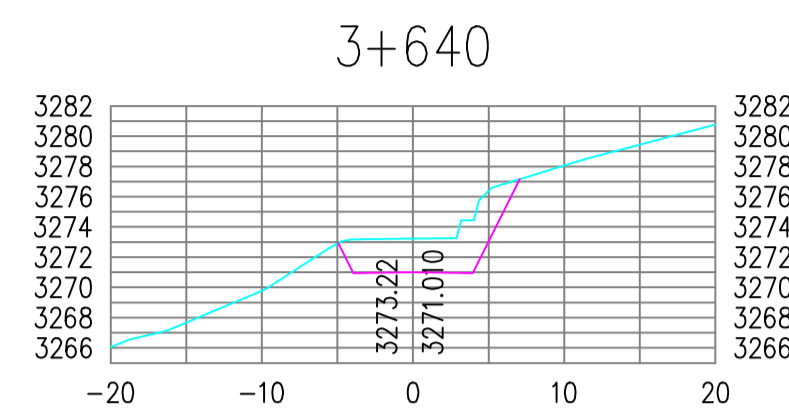
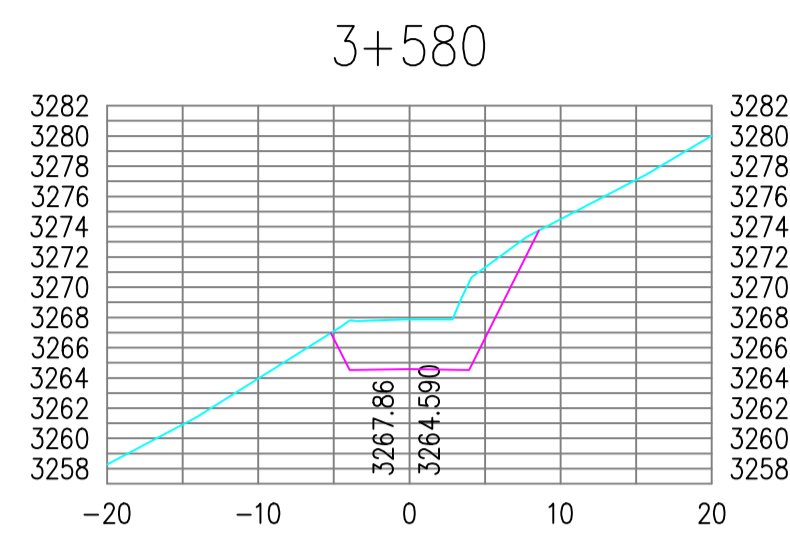
ABRIL: LEVANTAMIENTO Y DIBUJO: REVISADO: APROBADO:

0+000 A 0+770 EDUARDO PEREZ NG. RAUL MARINO NG. RAUL MARINO









UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA VÍA TULABUG ESCALERA - SANTA ANA DE GUARAG PREVIAMENTE A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL			
UBICACIÓN: PARROQUIA : LICTO		CANTÓN: RIOBAMBA	PROVINCIA: CHIMB
ESCALAS: 1:500	CONTIENE:	LÁMINA:	
CLASE DE VÍA: TIPO IV	PERFILES TRANSVERSALES		5 DE 5
ABSORBIDA: 3+528.039 A 3+802.750	LEVANTAMIENTO Y DIBUJO: EDUARDO PÉREZ	REVISADO: ING. IBAN MARRÓ	APROBADO: ING. IBAN MARRÓ