



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

“ESTUDIO DE LA CAPA DE RODADURA EN LA VÍA GUARANDA - JULIO MORENO, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR, Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN VEHICULAR.”

AUTOR:

Egda. Marcia Beatriz Zapata Chafra

TUTOR:

Ing. Msc. Iban Mariño

Ambato-Ecuador

Marzo del 2014.

CERTIFICACIÓN

Certifico que la presente tesis bajo el tema: “ESTUDIO DE LA CAPA DE RODADURA EN LA VÍA GUARANDA - JULIO MORENO, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR, Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN VEHICULAR.”, previa a la obtención del título de Ingeniera Civil, fue ejecutada por la Srta. Marcia Beatriz Zapata Chafla, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi dirección, ha sido concluida de manera satisfactoria.

Ambato, Marzo del 2014

.....
Ing. M.Sc. Iban Mariño

AUTORÍA

El presente trabajo de Investigación y Levantamiento topográfico, así como las ideas y opiniones expuestas en el mismo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Marzo del 2014

.....

Egda. Marcia Zapata Chafla.

020197625-5

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto en primer lugar a Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar con este propósito.

A mis padres, hermanos(as) por estar ahí cuando más los necesite, quienes con su apoyo incondicional me ayudaron de una forma desinteresada y de manera especial a mi querida hermana Morayma, que con su paciencia y consejos hicieron que no me rinda y que pueda yo cumplir con mis metas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios y a mis padres por haberme dado la vida y haber guiado cada uno de mis pasos con sabiduría, a mis hermanos (as) y sobrinos quienes me dieron fuerzas y apoyo incondicional para seguir adelante en mi camino.

A la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, a sus profesores y autoridades por las enseñanzas recibidas y sobre todo la paciencia y ayuda que me brindaron.

A mi tutor Ing. Msc. Iban Mariño que fue mi guía y supo confiar en mí y que sin él hubiera sido imposible llevar a cabo este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Portada	I
Aprobación del tutor	II
Autoría	III
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice general de contenidos	VI
Índice de cuadros y gráficos	X
Resumen ejecutivo	XII

B. TEXTO

CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA	1
1.1 Tema.....	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
1.2.2 Delimitación del objeto de investigación	3
1.2.6.1 Delimitación de contenido	3
1.2.6.2 Delimitación espacial	3
1.2.6.3 Delimitación temporal	4
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivo específico	4

CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes investigativos	5
2.2 Fundamentación filosófica	6
2.3 Fundamentación legal	6
2.4 Categorías fundamentales	7
2.4.1 Supraordinación de variables	7
2.4.2 Definiciones	7
2.4.2.1 Carretera	7
2.4.2.2 Diseño geométrico	10
2.4.2.2.1 Alineamiento horizontal	10
2.4.2.2.2 Alineamiento vertical	23
2.4.2.3 Tráfico	30
2.4.2.4 Estudio de suelos	37
2.4.2.5 Pavimentos	39
2.4.2.5.1 Clasificación de pavimentos	39
2.4.2.5.2 Capa de rodadura	42
2.4.2.6 Velocidad de diseño	44
2.4.2.7 Distancia de visibilidad	45
2.4.2.8 Estudio de drenaje	48
2.4.2.8.1 Drenaje longitudinal	48
2.4.2.8.2 Bombeo	50
2.4.2.8.3 Alcantarillas	51
2.5 Hipótesis.....	53
2.6 Señalamiento de variables.....	53
2.6.1 Variable independiente	53
2.6.2 Variable dependiente	53
CAPÍTULO III.- METODOLOGÍA	54
3.1 Modalidad básica de la investigación	54
3.1.1 De campo	54
3.1.1 Bibliográfica	54
3.1.1 Experimental o de laboratorio	55

3.2 Nivel o tipo de investigación	55
3.2.1 Exploratorio	55
3.2.2 Descriptivo	55
3.2.3 Asociación de variables	56
3.2.4 Explicativo	56
3.3 Población y muestra	56
3.3.1 Población	56
3.3.2 Muestra	57
3.4 Operacionalización de variables de la hipótesis	58
3.5 Plan de recolección de la información	59
3.6 Plan de procesamiento de la información	60
CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	61
4.1 Análisis de los resultados	61
4.1.1 Análisis de resultados de la encuesta	61
4.1.2 Análisis de resultados del estudio de tráfico	67
4.1.2.1 Conteo de tráfico	67
4.1.3 Análisis de resultados del estudio de suelos	71
4.2 Interpretación de datos	72
4.2.1 Interpretación de datos de la encuesta.....	72
4.2.2 Interpretación de datos del estudio de tráfico	72
4.2.3 Interpretación de datos del estudio de suelos.....	73
4.2 Verificación de la hipótesis.....	74
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1 Conclusiones	75
5.2 Recomendaciones	76
CAPÍTULO VI.- PROPUESTA	77
6.1 Datos informativos	77
6.2 Antecedentes de la propuesta	79
6.3 Justificación	79

6.4 Objetivos	80
6.4.1 Objetivo General	80
6.4.2 Objetivo específico.....	80
6.5 Análisis de factibilidad	80
6.6 Fundamentación	81
6.6.1 Diseño geométrico	81
6.6.2 Diseño pavimento	81
6.7 Metodología modelo operativo	82
6.7.1 Diseño geométrico	82
6.7.1.1 Velocidad de diseño	82
6.7.1.2 Alineamiento horizontal	85
6.7.1.3 Alineamiento vertical	87
6.7.2 Diseño del pavimento flexible	88
6.7.2.1 Cálculo de ejes equivalentes para el periodo de diseño	94
6.7.2.2 Determinación de los coeficientes estructurales del pavimento	97
6.7.2.3 Diseño de la estructura del pavimento	101
6.7.3 Diseño del sistema de drenaje	104
6.7.3.1 Cálculo y diseño de cunetas	104
6.7.3.2 Cálculo y diseño de alcantarillas	112
6.7.4 Presupuesto referencial	117
6.7.5 Cronograma valorado de actividades	118
6.8 Administración	120
6.9 Previsión de la evaluación	120

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía	136
2. Anexos	138

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Elementos de la curva circular simple	14
Gráfico 2: Curva de inflexión o curva reversa	17
Gráfico 3: Curva ovoide	17
Gráfico 4: Curva espiral	18
Gráfico 5: Estabilidad del vehículo en las curvas	18
Gráfico 6: Curva simétrica	29
Gráfico 7: Relación entre volumen horario más alto del año y el TPDA	33
Gráfico 8: Secciones típicas de cunetas	49
Gráfico 9: Sección típica de bombeo	50
Gráfico 10: Longitud de alcantarilla	53
Gráfico 11: Conteo y clasificación vehicular para la hora pico	73
Gráfico 12: Determinación del CBR de diseño	73
Gráfico 13: Variación del coeficiente estructural a_1	97
Gráfico 14: Coeficiente estructural para base granular a_2	99
Gráfico 15: Coeficiente estructural para subbase granular a_3	100
Gráfico 16: Espesores finales de diseño de la estructura	104
Gráfico 17: Elementos de una alcantarilla	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Radios mínimos de curvas en función del peralte y la fricción	13
Tabla 2: Valores límites permisibles de “f” según el pavimento	20
Tabla 3: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas	23
Tabla 4: Curvas verticales convexas mínimas	27
Tabla 5: Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas	27
Tabla 6: Curvas verticales cóncavas mínimas	28
Tabla 7: Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas	29
Tabla 8: Tasas de crecimiento de tráfico	34
Tabla 9: Clasificación de vehículos	36
Tabla 10: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	37

Tabla 11: Clasificación de las superficies de rodadura	43
Tabla 12: Reacciones velocidad de circulación	45
Tabla 13: Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima	46
Tabla 14: Valores de diseño, distancia de visibilidad de rebasamiento	48
Tabla 15: Resumen del conteo del tráfico semanal	69
Tabla 16: TPDA Calculado	71
Tabla 17: Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera	89
Tabla 18: Valores de Z, en función de la confiabilidad R	90
Tabla 19: Límite para selección de CBR de diseño	93
Tabla 20: Factores de daño según tipo de vehículo	95
Tabla 21: Coeficientes de la carpeta Asfáltica (a_1)	98
Tabla 22: Espesores mínimos	102
Tabla 23: Diseño de la estructura del pavimento	103
Tabla 24: Coeficiente de rugosidad de Manning para canales abiertos	105
Tabla 25: Valores de escurrimiento por la topografía	108
Tabla 26: Valores de escurrimiento por el tipo de suelo	108
Tabla 27: Valores de escurrimiento por la capa vegetal	108

ÍNDICE DE MAPA

Mapa 1: Ubicación de la vía	77
-----------------------------------	----

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación bajo el tema: “ESTUDIO DE LA CAPA DE RODADURA EN LA VÍA GUARANDA - JULIO MORENO, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR, Y SU INCIDENCIA EN LA CIRCULACIÓN VEHICULAR.”, para la elaboración del mismo, se ha realizado un recorrido a lo largo de la vía verificando que se encuentra lastrada en mal estado, lo que arroja como resultados que la vía necesita un mejoramiento en el diseño geométrico, diseño del sistema de drenaje y un diseño de la estructura del pavimento; ya que esto ha provocado que la parroquia esté incomunicada del cantón Guaranda.

Como objetivo primordial de este estudio es mejorar y facilitar el transporte de los productos agrícolas y ganaderos de la zona para el desarrollo económico de la parroquia, cantón y provincia.

Los trabajos se los ejecutará con la ayuda de las normas y especificaciones del MTOP y de la AASHTO 93, las cuales detallan el procedimiento en la realización del proyecto tanto en la información de campo (TPDA, encuestas) y de laboratorio; como son los estudios de suelo para el diseño de la estructura del pavimento, el diseño geométrico en la elaboración de un correcto trazado horizontal y vertical, ubicación del drenaje y alcantarillas con el propósito de evitar daño en la calzada.

Una vez finalizados los estudios de la vía que se conecta al cantón Guaranda con la parroquia Julio Moreno se realizará el análisis de precios unitarios, el cronograma valorado de trabajos y el presupuesto referencial.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA.

Estudio de la capa de rodadura en la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, y su incidencia en la circulación vehicular.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 Contextualización.

A nivel nacional se puede observar una gama de complicaciones que tienen los sistemas de vías, los mismos que se pueden evidenciar en las diferentes provincias así como sus en sus comunidades y parroquias, como es el caso de la provincia de Bolívar, que se encuentra ubicada en la zona central del Ecuador.

Es competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar la recuperación del sistema vial, mediante éste se lograría minimizar los riesgos y evitar accidentes en sus pobladores que cultivan el maíz, trigo, fréjol, habas, arveja, papas, entre otros, para ello se planifica el estudio de la capa de rodadura en la vía Guaranda - Julio Moreno, para brindarles una mejor comodidad y satisfacción a sus pobladores.

La cabecera parroquial se encuentra a 6,5 km. de Guaranda, a una altitud de 3033 m.s.n.m. con las coordenadas al norte 9824022, al este con 0718862. Sus

habitantes se dedican a la agricultura, comercializan su producción semanalmente en la feria de Guaranda.

Las vías de acceso a los poblados rurales están en mal estado, el ancho de la vía mencionada es aproximadamente de cinco metros. Por falta de mantenimiento, se ha reducido a cuatro metros por la acumulación de vegetación y no permite paso de dos vehículos a la vez, lo que provoca peligro para los usuarios.

Al momento se encuentra con una calzada de ancho promedio de 5 m, lastrada en mal estado con una longitud de 6.5 Km aproximadamente. Lo que ocasiona daños al tránsito vehicular, y que los productos de la zona no lleguen en buen estado, con prontitud a los mercados locales. Debido a la importancia de esta vía se ha decidido priorizar el mejoramiento, para esto se propone este trabajo investigativo.

1.2.2 Análisis Crítico.

El Gobierno Provincial de Bolívar viendo la insatisfacción de sus habitantes debido a la mala calidad de sistema vial existente en la vía Guaranda Julio Moreno, que causa una pésima calidad en la transportación de los diferentes productos agrícolas, por tanto los encarece o los vuelve de mala calidad, por otra parte es una fuente de potenciales riesgos para la salud de las personas que transitan por esta vía.

Uno de los posibles motivos que puede darse es por un bajo presupuesto, provocando así un mantenimiento malo o nulo lo cual le convierte a ésta en una vía de uso exclusivo de verano. Una de las potenciales ventajas con esta vía en óptimas condiciones, es convertir a esta zona en turística, agrícola y ganadera.

Otra ventaja es una vía alterna hacia el cantón Caluma mejorando de esta manera la red vial interparroquial e intercantonal.

1.2.3 Prognosis.

En el cantón Guaranda la mala condición de las vías de segundo orden ha provocado la pérdida de los productos agrícolas y ganaderos ya que ésta es una zona productiva, en la que se ha visto la necesidad de dar inicio al estudio que permita el mejoramiento de la vialidad técnica y económicamente sustentada, cubriendo las necesidades básicas.

1.2.4 Formulación del Problema

¿Cómo incide en la circulación vehicular la capa de rodadura de la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda provincia de Bolívar, y su incidencia en la circulación vehicular?

1.2.5 Preguntas Directrices.

- ¿Cuál es el tráfico que circulará por la vía?
- ¿Cuál es el tipo de suelo?
- ¿A qué se debe el deterioro de la capa de rodadura?
- ¿Cuáles son las demandas en el tráfico vehicular?

1.2.6 Delimitación del Objetivo de Investigación.

Delimitación de contenido.-

La investigación corresponde al campo de Ingeniería Civil, al área vial y como aspectos se considera: al diseño geométrico, diseño del drenaje, diseño del pavimento, presupuesto referencial.

Delimitación espacial.-

El proyecto contempla el estudio vial entre la ciudad de Guaranda y la parroquia Julio Moreno, cantón Guaranda provincia de Bolívar.

Delimitación temporal.-

El estudio técnico viable y su influencia en la calidad de la vía se lo realizó en el periodo Septiembre del 2012 a Diciembre del 2013.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El Gobierno Provincial de Bolívar, ha establecido la necesidad de emprender con el programa de rehabilitación y mejoramiento de la red vial provincial que incluyen intervenciones en las vías secundarias de su competencia.

Este Programa se ha dado inicio con la elaboración de estudios que permitan establecer la alternativa óptima para las diferentes vías, dentro de este plan, se contempla el estudio de la vía Guaranda - Julio Moreno, con una longitud total de 6,5 Km.

La vía es parte de la red vial que conecta al cantón Guaranda con las parroquias rurales por lo que constituye una arteria fundamental para la integración y desarrollo de la zona, por estas razones es prioritario mejorar las características de esta vía rural.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General.

Estudiar la capa de rodadura en la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda provincia de Bolívar, y su incidencia en la circulación vehicular.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Estudiar las condiciones sociales de la población.
- Determinar la topografía.
- Analizar el volumen del tráfico vehicular.
- Determinar el tipo de suelo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Como base para el estudio se tomaron como referencia las siguientes investigaciones similares que reposan en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica:

En la investigación realizada por el Sr. Jorge Javier Ramos Bonilla, bajo el tema: “Estudio para el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía Picaihua – Sigsipamba, para facilitar el tráfico vehicular”, concluye que: “El diseño geométrico a futuro nos ayudará a seguir haciendo mejoras como son alcantarillados y cunetas. El deterioro del empedrado no es mayor y nos facilita obtener una buena vía”.

En la investigación realizada por el Sr. Oscar Bladimir Pastuña Guanotuña, bajo el tema: “Análisis de la vía Pacayacu – Juan Cobo – Los Laureles del cantón La Maná y su relación en el desarrollo socioeconómico de los recintos”, concluye que: “El diseño adecuado de sistemas de sub-drenaje y drenaje mantendrán la resistencia y capacidad portante del suelo de subrasante”.

En la investigación realizada por el Sr. Richard Wladimir Navas Coque, bajo el tema: “El tránsito en la vía San Pedro de Mulalillo a Panzaleo y su repercusión en el desarrollo socioeconómico y vial”, concluye que: “La necesidad de la población es urgente porque cambiaría notablemente la situación socio-económica, representado ahorro en el tiempo de circulación, costos de mantenimiento de

vehículos, combustibles, etc., ganando por otro lado seguridad, comodidad y confort para los usuarios”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

La investigación se enfoca en el paradigma crítico propositivo ya que cumple con gran parte los aspectos a los que está orientado este proyecto, porque permite una visión total del problema ampliando así no solo la comprensión del mismo sino también la participación posibilitando con ello la acción social.

Sin duda este punto de vista permite la transformación del problema a una investigación guiada por valores de una manera flexible sujeta de esta forma a cambios con el propósito de encontrar múltiples alternativas para la disminución o nulidad del mal estado de las vías que unen estos recintos y a la vez ofrecer la mejor alternativa de solución.

Se encontrará una metodología apropiada para el estudio del mejoramiento de la capa de rodadura de la vía, lo que servirá para eliminar el problema vial que afecta al sector, también ayudará al desarrollo socioeconómico de los habitantes.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

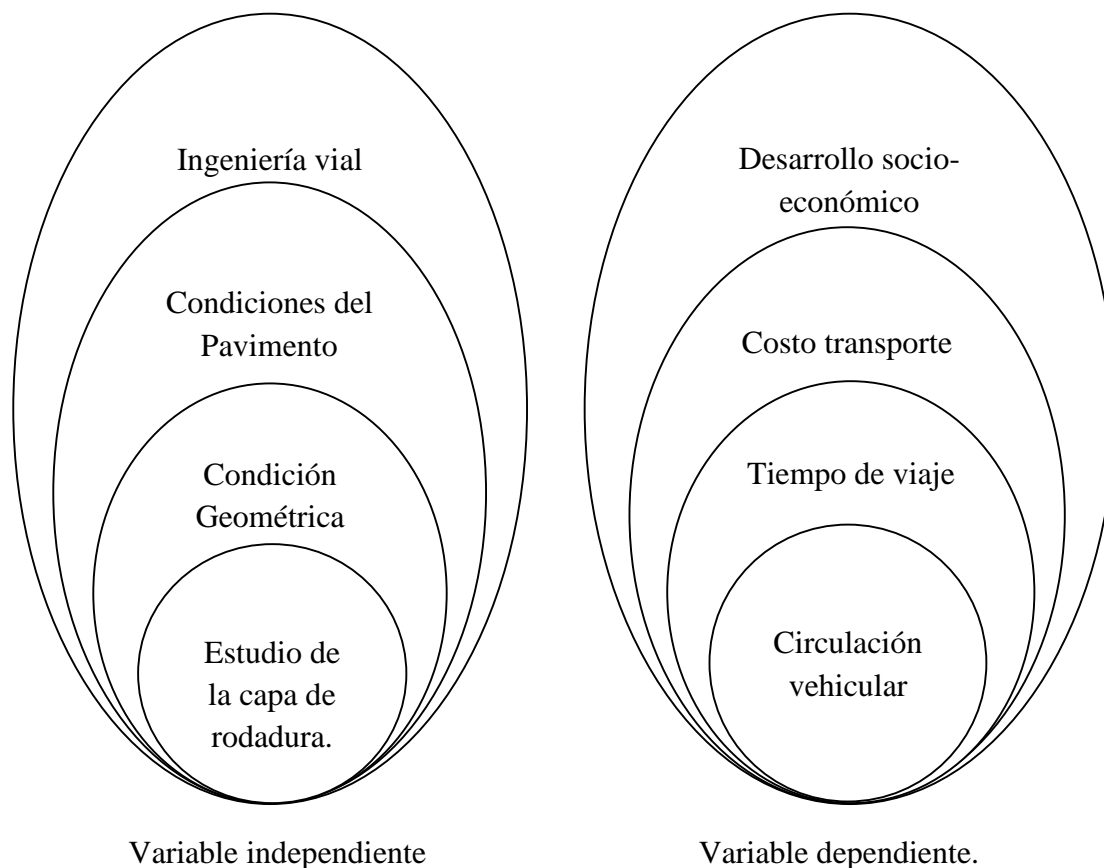
El presente estudio se fundamenta en las siguientes leyes y reglamentos:

MOP-001-F-2002: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Edición 2002 (Normas de diseño geométrico de carreteras).

Normas de diseño del pavimento flexible método AASHTO – 93. (Asociación Americana de vías estatales y transporte oficial).

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

2.4.1 Supraordinación de Variables.



2.4.2 Definiciones.

2.4.2.1 Carretera.

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante, ya que a través de él 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. Una vía será funcional

de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de operación.

Clasificación de las carreteras en el Ecuador.

El conjunto de carreteras y caminos del Ecuador se conoce como la Red Vial Nacional. La Red Vial Nacional comprende el conjunto de caminos de propiedad pública sujetos a la normatividad y marco institucional vigente. La Red Vial Nacional está integrada por la Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias), la Red Vial Provincial (vías terciarias), y la Red Vial Cantonal (caminos vecinales).

a. Red vial estatal.

Está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas como única entidad responsable del manejo y control, conforme a normas del Decreto Ejecutivo 860, publicado en el Registro Oficial No. 186 del 18 de Octubre del 2000 y la Ley especial de Descentralización del Estado y de Participación Social.

La Red Vial Estatal está integrada por las vías primarias y secundarias, son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunicando a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica. La longitud total de la Red Vial Estatal (incluyendo vías primarias y secundarias) es aproximadamente 8.653,6 Km.

- **Vías primarias, o corredores arteriales.** Comprenden rutas que conectan cruces de frontera, puertos y capitales de provincia formando una malla estratégica. Su tráfico proviene de las vías secundarias (vías colectoras), debe poseer una alta movilidad, accesibilidad controlada, y estándares geométricos adecuados. En total existen 12 vías primarias en el Ecuador con aproximadamente un 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las vías primarias reciben, además de un nombre propio, un código compuesto por la letra E, un numeral de uno a tres dígitos y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.).

Una vía primaria es considerada una troncal si tiene dirección norte-sur. El numeral de la troncal es de dos dígitos (excepto la Troncal Insular) e impar. Las troncales se numeran incrementalmente desde el oeste hacia el este. Del mismo modo, una vía primaria es catalogada como transversal si se extiende en sentido este-oeste. El numeral de las transversales es de dos dígitos y par. Las transversales se numeran incrementalmente desde el norte hacia el sur.

A parte de su numeración alfa-numérica, las vías troncales y transversales (excepto la Troncal de la Costa Alternativa y la Troncal Amazónica Alternativa) tienen asignaciones gráficas representadas por distintos animales de la fauna ecuatoriana. La asignación es determinada por el Ministerio de Turismo.

- **Vías secundarias, o colectoras.** Incluyen rutas que tienen como función recolectar el tráfico de una zona rural o urbana para conducirlo a las vías primarias. En total existen 43 vías secundarias en Ecuador con aproximadamente un 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las vías secundarias reciben un nombre propio compuesto por las ciudades o localidades que conectan. Además del nombre propio, las vías secundarias reciben un código compuesto por la letra E, un numeral de dos o tres dígitos, y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.). El numeral de una vía secundaria puede ser impar o par para orientaciones norte-sur y este-oeste, respectivamente al igual que las vías primarias, las vías secundarias se enumeran incrementalmente de norte a sur y de oeste a este.

b. Red Vial Provincial.

Es el conjunto de vías administradas por los Gobiernos Provinciales, esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan

cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional.

c. Red Vial Cantonal.

Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Gobiernos Municipales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional.

2.4.2.2 Diseño Geométrico.

El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

2.4.2.2.1 Alineamiento horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y 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 y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

a. Tangentes.

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

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 por que 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.

b. Curvas circulares.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

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

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

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

- **Radio de curvatura.**- Es el radio de la curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

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

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

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirán 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:

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

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).

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.

Tabla N° 1: Radios mínimos de curvas en función del peralte "n" y del coeficiente de fricción lateral "f".

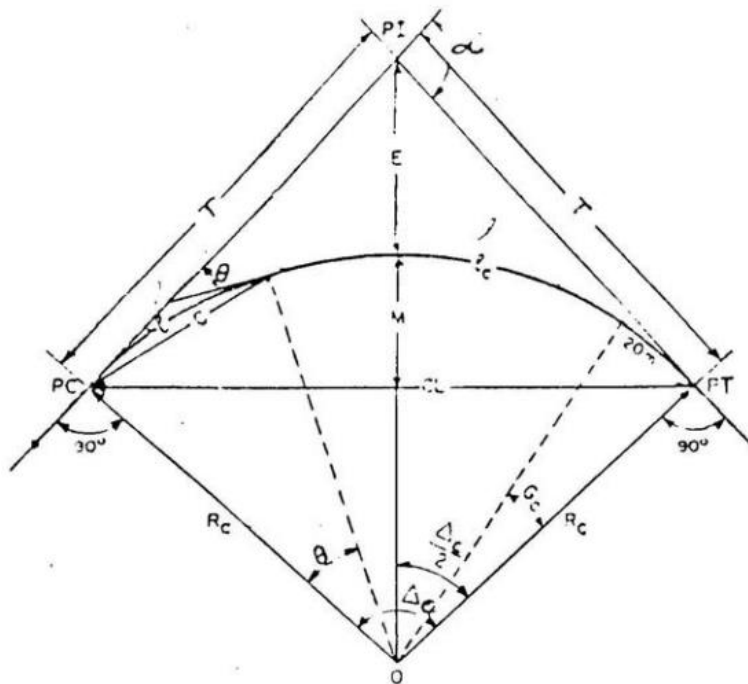
Velocidad de diseño Km/ h	"f" máx.	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04
20	0.350		7.32	7.58	5.08		18	20	20
25	0.315		12.48	13.12	13.66		20	25	25
30	0.264		19.47	20.50	21.67		25	30	30
35	0.255		25.79	30.62	32.70		30	35	35
40	0.221		41.88	44.65	48.27		42	45	50
45	0.200		55.75	59.94	64.82		68	60	65
50	0.190		72.91	78.74	86.69		75	80	90
60	0.165	106.97	115.75	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.160	164.55	157.75	185.73	203.67	180	170	185	205
80	0.140	209.97	229.98	151.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.58	298.04	328.70	300.55	275	300	330	370
100	0.130	342.36	374.95	414.42	463.16	350	375	415	465
110	0.124	475.34	467.04	517.80	550.95	430	470	520	585
120	0.120	615.39	568.93	529.92	708.86	520	570	630	710

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m siempre y cuando se trate de:

- Aprovechar infraestructuras existentes.
- Relieve difícil (escarpado).
- Caminos de bajo costo.

Fuente: Normas de diseño Geométrico MTOP 2003.

Gráfico N° 1: Elementos de la curva circular simple.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : Ángulo central de la curva circular

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

G_c : Grado de curvatura de la curva circular

R_c : Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

l: Longitud de un arco

lc: Longitud de la curva circular

- **Ángulo central.**- Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ α ” (*alfa*). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

- **Longitud de la curva.**- Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como L_c y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

$$L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

- **Tangente de curva o subtangente.**- Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo es:

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

- **External.**- Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

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

- **Ordenada media.**- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

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

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva.**- Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como θ y su fórmula es:

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

- **Cuerda.**- Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama CUERDA LARGA. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

- **Ángulo de la cuerda:** Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “Ø” y su fórmula para el cálculo es:

$$\emptyset = \frac{\theta}{2}$$

En función del grado de curvatura:

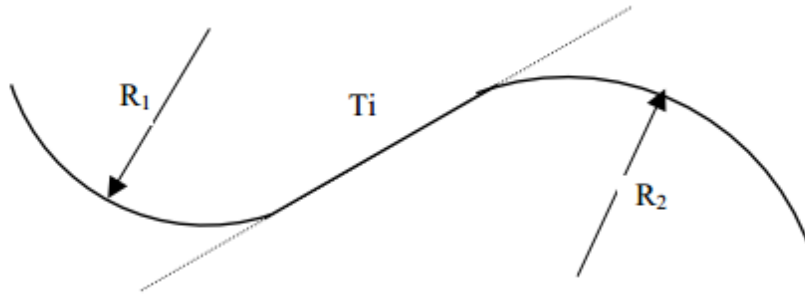
$$\emptyset = \frac{Gc * l}{40}$$

c. Curvas de transición.

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el sobreechancho. 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.

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.

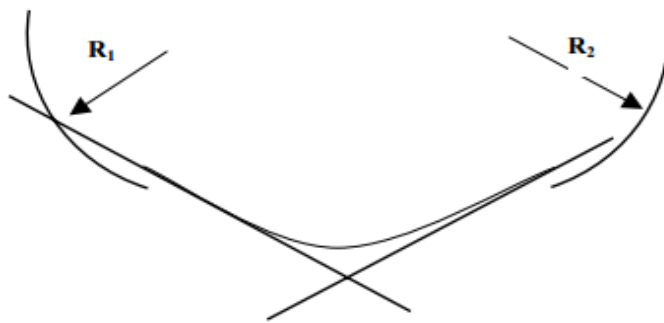
Gráfico N° 2: Curva de inflexión o curva reversa.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Ovoide.- Es la sucesión en la misma dirección de arcos de círculo – espiral – círculo. El arco intermedio de curva espiral, tiene en los dos puntos de contacto con los arcos circulares, tangentes comunes y radios iguales.

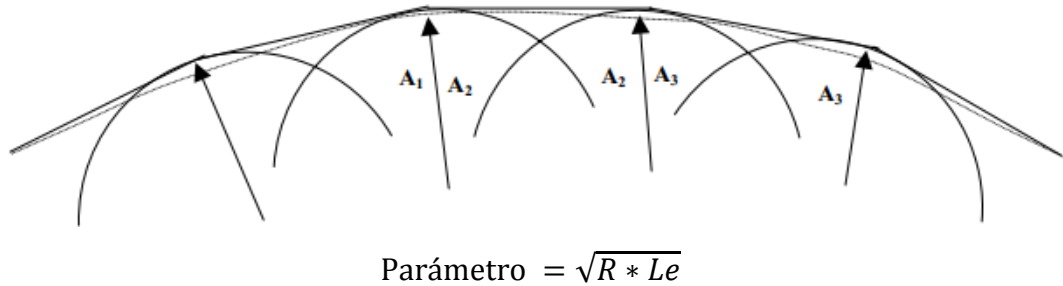
Gráfico N° 3: Curva ovoide.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Serie de espirales, o serie de clotoides.- Es una sucesión de arcos con parámetros distintos, curvaturas dirigidas y crecientes en el mismo sentido, tangentes comunes y la misma curvatura para cada dos arcos sucesivos.

Gráfico N° 4: Curva espiral.

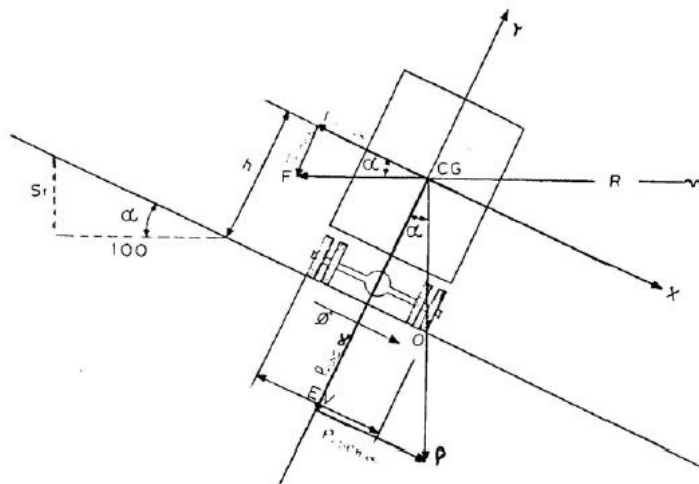


Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

d. Peralte.

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Gráfico N° 5: Estabilidad del vehículo en las curvas.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

La fuerza centrífuga “F” se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{m * V^2}{R} = \frac{P * V^2}{gR}$$

Donde:

P = Peso del vehículo, Kg.

y = Velocidad de diseño, m/seg.

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg²

R = Radio de la curva circular, m.

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por deslizamientos o por volcamiento. La condición necesaria y suficiente para que no se produzca el vuelco es que el momento del peso respecto al eje en el punto "O" sea menor que el momento de la fuerza centrífuga respecto al mismo eje. Si el vehículo tiene un ancho EV y la altura de su centro de gravedad es "h", se tendrá:

$$Fx = P * \text{sen } \alpha - F * \text{cos } \alpha = (P \tan \alpha - F) \text{cos } \alpha$$

$$Fy = P * \text{cos } \alpha + F * \text{sen } \alpha = (-P + F * \tan \alpha) \text{cos } \alpha$$

La condición necesaria y suficiente para que el vehículo no se deslice al transitar por la curva es:

$$\sum Fx = 0$$

$$Fx + \phi = 0$$

Donde:

$$\phi = f * Px * \text{cos } \alpha$$

Siendo "f" el coeficiente de fricción lateral.

Tabla N° 2: Valores límites permisibles de “f” según el pavimento.

Requerimientos:	Seco	Húmedo	Con hielo
Estabilidad contra el volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación económica del vehículo	0.16	0.10	0.10

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

1. Magnitud del Peralte.- El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral. Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuanto los siguientes criterios para evitar:

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, subbase, por consecuencia del flujo de aguas lluvia sobre ella.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

2. Desarrollo del Peralte.- Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor “F” que tiene una curva de radio “R”. El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

- a. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- b. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos llanos).
- c. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

El método que se adopte depende en gran parte de la topografía del terreno y de las facilidades de drenaje. En función de estas consideraciones, el cálculo de la longitud total del desarrollo del peralte se lo realiza de la siguiente manera:

- a. Se determina si la transición del peralte la hacemos a lo largo de una curva de enlace.
- b. Se calcula el valor de la sobreelevación que produce el peralte “e”

$$h = e * b$$

Donde:

h = Sobreelevación, m.

e = Peralte, %.

b = Ancho de la calzada, m.

- c. Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño y se representa a continuación.

$$L = \frac{h}{2 * i} = \frac{c * b}{2i}$$

Donde:

i = gradiente de borde, que se calcula según la siguiente fórmula:

$$i = \frac{c * b}{2} L$$

d. Se establece la relación entre “L” y “Le’ y se asume como longitud de la transición el valor que sea mayor, de los dos.

e. Se calcula la longitud de la transición del bombeo, en la sección normal, para lo cual se determina la diferencia de nivel del eje al borde de la vía:

$$S = \frac{b * P}{2}$$

Donde:

S = Diferencia de nivel de eje al borde de la vía, en metros.

P = Pendiente transversal del camino, %.

b = Ancho de la calzada, m.

f. Se establece a continuación la longitud necesaria, dentro de la tangente, para realizar el giro del plano del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal.

$$x = \frac{S}{i} = \frac{b * P}{2 * i}$$

g. Finalmente se establece la longitud total de transición.

$$LT = L + X$$

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobreancho mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica 2/3 en la alineación recta y el 1/3 dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad (0.5 L) en la recta y la mitad en curva circular.

2.4.2.2.2 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.

a. Gradientes.- En general, 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.

Tabla N° 3: Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

(Porcentaje)						
Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	M	O	L	M	O
RI o RII	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

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 1º, 2º y 3º clase).

1. 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.

2. Longitudes críticas de gradiente 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 establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

a. Un camión cargado tal que la relación de su peso-potencia (Libras por cada H.P.) sea aproximadamente igual a 400.

b. La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.

c. Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 kph para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

3. Carril adicional de ascenso.- La justificación del carril adicional se basa en el concepto de capacidad de una carretera y en el volumen elevado de camiones y buses, siendo necesario la introducción de un carril auxiliar o adicional en caminos de dos carriles cuando la longitud de la vía con gradiente crítica, provoque una reducción de la velocidad de 25 Km/h o más a los camiones cargados.

La relación peso-potencia de un camión determina como operará en distintas gradientes; a medida que aumenta tal relación se reducirá la velocidad del mismo. Por tal razón con el objeto de separar del flujo principal a los vehículos que posean calidades dinámicas bajas, en las vías con tráfico intenso en el sentido del ascenso (150 - 200 veh/h) se establece un carril adicional de ascenso, cuyo ancho no debe de ser menor a 3,5 m. y su longitud mínima sea de 250 m.

b. Curvas verticales.

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 con su eje vertical centrado en el PIV.

Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y está expresada por la siguiente fórmula:

$$A = \left[\frac{x}{\frac{L}{2}} \right]^2 * h = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h$$

Siendo h la ordenada máxima en el punto PIV y que se expresa por:

$$h = \frac{AL}{800}$$

Donde:

A = Diferencia algebraica de gradientes, expresada en porcentaje

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

X = Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, expresada en metros.

La relación L/A expresa la longitud de la curva en metros, por cada tanto por ciento de la diferencia algébrica de gradientes; esta relación, denominada K, sirve para determinar la longitud de las curvas verticales para las diferentes velocidades de diseño.

1. Curvas verticales convexas.

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

$$L = \frac{AS^2}{426}$$

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

En los cuadros se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla N° 4: Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño Kph	Distancia de visibilidad para parada “s” (metros)	Coeficiente $K = S^2 / 426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Tabla N° 5: Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas.

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
RI – RII	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
II	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

L = Terreno llano.

O = Terreno ondulado.

M = Terreno montañoso.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0.60V$$

Donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

2. Curvas verticales cóncavas.

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 siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

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

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = KA$$

Tabla N° 6: Curvas verticales cóncavas mínimas.

Velocidad de diseño Kph	Distancia de visibilidad para Parada "s" (metros)	Coeficiente $K=S^2 / 122 + 3.5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

Tabla N° 7: Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas.

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
RI – RII	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
II	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

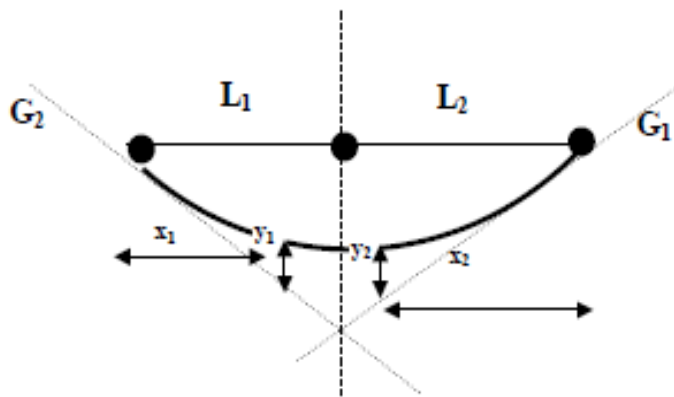
3. Fórmulas para el cálculo de curvas verticales.

3.1. Curvas asimétricas.- Tienen mucha aplicación cuando se trata de ajustar el proyecto vertical a rasantes existentes, o en las rampas de intercambiadores, ya que son mucho más versátiles que las curvas simétricas.

Datos:

- Gradientes de entrada y salida
- Abscisa y cota del PIV
- Longitud del PCV al PIV (L_1)
- Longitud del PIV al PTV (L_2)

Gráfico N° 6: Curva simétrica.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

$$A = G_2 - G_1 \text{ (en \%)}$$

$$Y_1 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_2}{L_1} * \frac{X_1^2}{200}$$

$$Y_2 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_1}{L_2} * \frac{X_2^2}{200}$$

c. Criterios generales para el alineamiento vertical.

a. Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, 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, las que significan mayores cortes y rellenos.

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

c. En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

2.4.2.3 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.

En los proyectos viales cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación 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.

Cabe señalar además, la conveniencia de estimar no solo la demanda más probable sino indicar cifras de estimaciones máximas y mínimas, con el objeto de apreciar la influencia que podrían tener sobre el proyecto las situaciones extremas previsibles.

a. Tráfico Promedio Diario Anual.- 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.
3. Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

b. El tráfico actual.- Es el número de vehículos, que circula 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.

c. 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.

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30^{ava} hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento.

- Hora pico o trigésima hora de diseño.- Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vía.

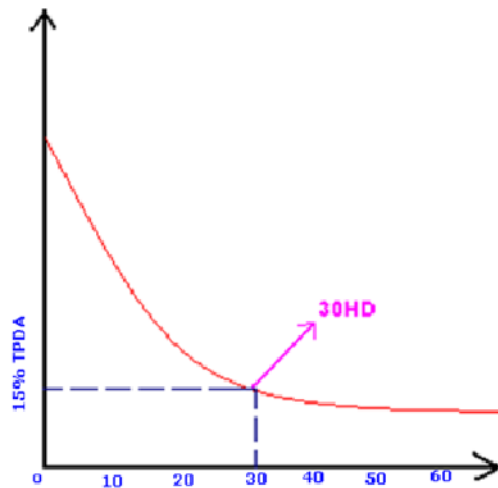
Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el número máximo de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría una gran inversión, sino un volumen horario que se pueda dar un número máximo de veces al año, que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

Para determinar el volumen de tránsito de la hora pico o 30^{va}HD se procede a: Registrar el volumen horario de todo el año con el cual se podría graficar la curva de datos de volúmenes, mostrando en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes

registrados de mayor a menor como el % TPDA (varía de entre el 12% y 18%), en el eje de las abscisas se anota el número de horas del año con volumen mayor o igual al indicado.

La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño (30^{va}HD), lo cual significa que para diseñar para ese volumen horario existen 29 horas en el año en el que el volumen será excedido.

Gráfico N° 7: Relaciones entre volúmenes horarios más altos del año y el TPDA



Fuente: Ing. Moisés Suárez

En el caso de carreteras rurales se utiliza el diseño de la 30^{va}HD con un valor del 15%.

- **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 del MTOP, para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:
 - **Tráfico existente.**- Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

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

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.

En base a estas tendencias históricas, especialmente del consumo total de combustibles, de la aplicación del concepto de la elasticidad de la demanda de transporte y del crecimiento del producto interno bruto (PIB) y de la población, se establecen en forma aproximada y generalizada para nuestro país, las siguientes tasas de crecimiento de tráfico:

Tabla N° 8: Tasas de crecimiento de tráfico.

TIPO DE VEHÍCULOS	PERIODO	
	1990 – 2000	2000 – 2010
Livianos	5 %	4 %
Buses	4 %	3.5 %
Pesados	6 %	5 %

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional.- En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible. Para calcular el tráfico proyectado, se aplica la siguiente fórmula:

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

Donde:

T_p: Tráfico proyectado

T_a: Tráfico actual

i : Tasa de crecimiento del tráfico.

n : Número de años de proyección.

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

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. En el país aún no se disponen de estudios respecto al comportamiento de tráfico generado, pero es conveniente disponer de un valor que relacione el grado de mejoramiento con el volumen de tráfico.


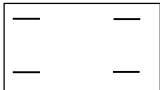









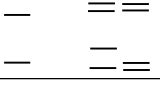

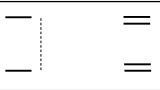

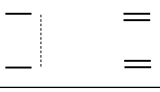

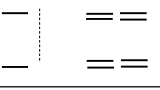

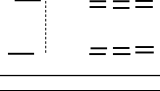

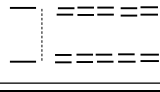
e. Tráfico por desarrollo.- Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio.

En cada proyecto, y en base a los datos que proporcionan los Contajes de Tráfico, así como las investigaciones de Origen y Destino se determinará cuál será el factor de expansión del tráfico por desarrollo que debe emplearse para obtener el TPDA correspondiente.

- Factor de carga equivalente.- Se convierte el tráfico a un número de ejes simples equivalentes a 18000 libras o 8180 kilogramos que debe soportar el pavimento durante el periodo de diseño (10 a 20 años).

- **Tipos de vehículos.**- Los vehículos que transitan por una carretera en dos grandes tipos generales: Livianos y Pesados.

Tabla N° 9: Clasificación de vehículos.

Categoría de Vehículo	Tipo de Vehículo	Código	Esquema		Categoría
			Perfil	Planta	
VEHÍCULOS LIVIANOS	Automóvil	1			
	Camioneta	2			
	4 X 4	3			
	Van	4			
BUSES	Buses de 2 ejes	5			
	Buses de 3 ejes	6			
VEHÍCULOS PESADOS	2 ejes pequeño	7			C-2-P
	2 ejes Grande	8			C-2-G
	3 ejes	9			C-3
	4 y 5 ejes	10			C-4 C-5
	6 o + ejes	11			C-6

Fuente: Manual Centroamericano de Pavimento.

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 que se muestra a continuación:

Tabla N° 10: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.

CLASES DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
RI ó RII (autopista)	> 8000
I	3000 – 8000
II	1000 – 3000
III	300 – 1000
IV	100 – 300
V	< 100

El TPDA indicado es el volumen del tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos deben investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de la carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, deben usarse tráfico de vehículos equivalentes.

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MOP, 2003.

2.4.2.4 Estudio de suelos.

Los estudios de suelos no se pueden definir con reglas de carácter general para todos los casos, por tal motivo los estudios dependen de la función del tipo de obra civil y la naturaleza del terreno, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

Mediante la interpretación de las propiedades y características físicas y mecánicas del suelo se puede determinar el espesor de la capa de rodadura para obtener un mejor diseño de una vía. En muestras obtenidas en el campo se determinan las siguientes propiedades: contenido de humedad, límites de consistencia, compactación y C.B.R.

a) Trabajo de campo.- Una vez terminado el estudio de la vía y teniendo todo ya en planos se hace una inspección visual del terreno.

b) Ensayos de laboratorio.

- **Compactación.-** La compactación de los suelos es el mejoramiento artificial de sus propiedades índice y mecánicas por medio de maquinaria construida por la gente. Parámetros de la compactación de los suelos: Peso volumétrico máximo, contenido óptimo de humedad, grado de compactación.

- **Contenido de humedad.-** O contenido de agua de un suelo puede considerarse de dos maneras: en términos absolutos (humedad) ó relativos (grado de saturación, ó humedad respecto del valor de límite plástico u otros).

Los diferentes contenidos de humedad en un suelo, determinan diferentes **consistencias**. El contenido de humedad modifica su consistencia. Indican una propiedad importante para la clasificación de los materiales cohesivos y como determinante en su comportamiento.

Así, se determinan mediante los llamados límite líquido y límite plástico, conocidos como Límites de Atterberg.

- **Ensayo Próctor.-** Es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

El más empleado actualmente es el denominado Prueba Proctor Modificado en donde se aplica mayor energía de compactación que el estándar, ya que es más adecuado a las solicitaciones de las estructuras que se construyen en la actualidad.

- **Ensayo C.B.R.-** La relación de Soporte de California o C.B.R. California Bearing Ratio, es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo de fundación bajo condiciones de humedad y densidad.

Son pruebas efectuadas en el laboratorio con muestras alteradas, inalteradas o compactadas, saturadas o no; o realizadas en el terreno "In Situ", con el contenido de humedad existente, para obtener el valor del Soporte de California.

Este procedimiento mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua durante cuatro días a la saturación más desfavorable y luego de haber medido su hinchamiento.

2.4.2.5 Pavimentos.

Se considera como una estructura constituida por varias capas de materiales seleccionados, diseñada y constituida técnicamente con el objetivo de brindar el tránsito de vehículos de una manera rápida, cómoda, segura, eficiente y económica, cuya función es la de soportar las cargas generadas por el tráfico, transmitiendo los esfuerzos al terreno de fundación, distribuyéndolos de tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales y brindando una superficie lisa y resistente al efecto del tránsito.

2.4.2.5.1 Clasificación de pavimentos.

a. Pavimento Rígido.

Son estructuras constituidas por las capas de sub – base, base y capas de rodadura construidas con losas de concreto en las que las deflexiones inducidas por el tránsito son prácticamente nulas debido a la magnitud del área de distribución de las cargas y alto módulo de elasticidad de los materiales.

1) Funciones de la Sub – base.- Impedir la acción de bombeo en las juntas y extremos de las losas de concreto hidráulico. Así mismo, genera una superficie uniforme para el soporte de las losas de concreto. Por último, controla los cambios volumétricos de la subrasante y mejora la capacidad de soporte del suelo de fundación (subrasante). Tiene las siguientes funciones:

- Proporcionar apoyo uniforme a la losa de concreto

- Reducir a un mínimo las consecuencias de los cambios volumétricos que puedan generarse en la subrasante.
- Incrementar la capacidad portante de los suelos de apoyo.
- Evitar el fenómeno del bombeo en juntas, grietas y extremos del pavimento.

2) Losa de concreto: Función estructural de soportar y transmitir un nivel adecuado de esfuerzos a las capas inferiores. Generar una superficie uniforme de rodamiento, con el objeto de proporcionar al usuario seguridad y confort.

b. Pavimento Flexible.

Son estructuras constituidas por las capas de sub – base, base y capa de rodadura realizada con productos bituminosos y materiales granulares. Se caracterizan por ser elementos continuos de tal forma que al aplicar una carga se deforma de manera apreciable en un área relativamente pequeña.

1) Funciones de la Sub – base.- Es una capa de materiales granulares seleccionadas, comprendida entre la subrasante y la base; en algunos casos especiales como en subrasantes granulares de elevada capacidad de soporte, esta capa puede no ser necesaria. Está constituida por material granular, suelos estabilizados, escorias de altos hornos, entre otros. Tiene como funciones principales, las siguientes:

- Disminuir los costos de construcción.
- Disminuir las deformaciones de la estructura.
- Servir como capa de transición entre subrasante y la base.
- Resistir los esfuerzos y deformaciones transmitidos por las cargas del tránsito a través de las capas superiores y transmitirlos a un nivel adecuado a la subrasante.
- Actuar como dren, desalojando el agua que se infiltre al pavimento y evitar la ascensión capilar hacia la base, del agua procedente de la subrasante.
- Proporcionar un apoyo uniforme para la base y construir una adecuada plataforma de trabajo para su puesta en obra y compactación.

2) Funciones de la Base.- Disipar los esfuerzos producidos por las cargas vehiculares y que son transmitidos por la capa asfáltica y adicionalmente, cumple una función económica de diseño, introduciendo en la estructura materiales resistentes de menor costo. Entre sus funciones más importantes están:

- Proporcionar un elemento resistente que transmite a las capas inferiores los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.
- Disminuir los costos de construcción.
- Servir como capa de transición entre sub – base y la capa de rodadura.
- Al ser un material granular, desempeña una función drenante.

3) Carpeta asfáltica o capa de rodadura: Aporta a la estructura una superficie uniforme de rodamiento, generando seguridad y confort. De otra parte, también aporta resistencia a la tensión, complementando la capacidad estructural del pavimento. Por último, aporta la impermeabilidad que necesitan las capas inferiores para su normal funcionamiento.

- **Funciones y características de la capa de rodadura.** Las capas de rodadura se encuentran en la parte superior del firme, en contacto directo con los vehículos y sometidas también directamente a la acción de los agentes atmosféricos.

Esta capa tiene la finalidad de proteger a la base impermeabilizándola, para evitar las filtraciones del agua de lluvia, evita el desgaste de la base debido al tráfico de vehículos y el espesor está en función del C.B.R y del tráfico promedio diario de la vía. Como funciones primordial tiene:

- Servir como superficie de rodamiento.
- Impermeabilizar la estructura.
- Contrarrestar el potencial expansivo de la subrasante.
- Proporcionar un alto grado de estabilidad a través del tiempo.

En las mezclas asfálticas, es de gran importancia conocer la cantidad de asfalto por emplearse, debiéndose buscar un contenido óptimo; ya que en una mezcla este elemento forma una membrana alrededor de las partículas de un espesor tal que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie, pero no debe trascender muy gruesa ya que además de resultar antieconómica puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta.

También este exceso de asfalto puede hacer resbalosa la superficie, para calcular este óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas en frío, la prueba Marshall para muestras en caliente y la prueba de Hveem.

Para conocer la adherencia entre el pétreo y el asfalto se pueden utilizar pruebas de desprendimiento por fricción, pérdida de estabilidad o bien, cubrimiento por el método inglés; en caso de que las características del pétreo no sean aceptables, se pueden lavar o bien usar un estabilizante para cambiar la tensión superficial de los poros.

2.4.2.5.2 Capa de rodadura.

Se establece a la capa de rodadura como la capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos desintegrantes del clima. A veces se la llama "Capa de Desgaste".

Tipos de superficie de rodadura.

La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de grado estructural alto, siendo indeformables, no se deterioran fácilmente en sus bordes y su superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción

para el escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. Al contrario, los pavimentos de grado estructural bajo con superficies de granulometría abierta, deben tener gradientes transversales más pronunciadas, para facilitar el escurrimiento de las aguas y evitar el ablandamiento de la superficie.

El tipo de superficie de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida, de la cual dependen varias características del diseño general, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores.

Las superficies de rodadura de la calzada se clasifican según el tipo estructural, correspondiente a las cinco clases de carreteras, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 11: Clasificación de superficies de rodadura.

Clase de carretera	Tipos de superficie
R o RII más de 8000 TPDA	Alto grado estructural, concreto asfáltico u hormigón.
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural, concreto asfáltico u hormigón.
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio; concreto asfáltico o triple tratamiento.
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B.
V menos de 100 TPDA	Grava, empedrado, tierra.

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

2.4.2.6 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 carretera más desfavorable 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 diseño mayores a los mínimos establecidos.

Un camino en terreno plano u ondulado justifica una velocidad de diseño mayor que la correspondiente a la de un camino en terreno montañoso. Un camino que cruza una región poco habitada justifica una velocidad de proyecto mayor que otro situado en una región poblada.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes de tránsito y uso de tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos.

Velocidad de circulación (Vc).- 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. Todo camino debe diseñarse para que circulen por él volúmenes de tránsito que no estén sujetos al grado de saturación que representa la curva inferior, de volumen de tránsito alto.

Tabla N° 12: Reacciones velocidad de circulación.

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN (Km/h)		
	Tránsito bajo	Tránsito intermedio	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
120	103	95	63

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajo se usan como base para el cálculo de las distancias de visibilidad para parada de un vehículo y los correspondientes a volúmenes de tráfico intermedios se usan para el cálculo de la distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos.

2.4.2.7 Distancias de visibilidad.-

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad, se discuten dos aspectos:

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

a. Distancia de visibilidad para parada de un vehículo.- Cuando el vehículo circula en curva, sea ésta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma

determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la distancia mínima 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. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

Tabla N° 13: Valores de diseño de la distancia de visibilidad mínima.

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
RI o RII	220	180	135	180	135	110
I	180	160	110	160	110	70
II	160	135	90	135	110	55
III	135	110	70	110	70	40
IV	110	70	55	70	35	25
V	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

b. Medida de la Distancia de Visibilidad para Parada.- Línea de Visibilidad Vertical: se considera que la altura del objeto sobre la calzada debe ser igual a cero para la medida de la distancia de visibilidad para parada en condiciones de seguridad; o sea, la superficie de la calzada debe ser visible al conductor a lo largo de dicha distancia.

Sin embargo, por razones de economía reflejada en el acortamiento de curvas verticales, se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 centímetros para la medida de esta distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas.

Línea de Visibilidad Horizontal: la distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada. Se considera que la línea de visibilidad en el punto de obstrucción de la vista es 0,60 metros más alto que el nivel del centro del carril interno.

c. Distancia de Visibilidad Lateral.- Para las vías en condiciones urbanas y en las intersecciones a nivel con otras carreteras y vías férreas, el mantener la seguridad en el tránsito vehicular exige que se mantenga una suficiente distancia de visibilidad lateral de la zona próxima (vecina) a la vía.

El conductor debe tener la posibilidad de ver con tiempo en la vía a una persona que corra desde la acera hacia la calzada, o en intersecciones, ver al vehículo o tren que se acerca.

d. Distancia para rebasamiento de un vehículo.- Se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse 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.

Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. 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.

Tabla N° 14: Valores de diseño, distancia de visibilidad de rebasamiento (m).

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
RI o RII	830	830	640	830	640	565
I	830	690	565	690	565	415
II	690	640	490	640	565	345
III	640	565	415	565	415	270
IV	480	290	210	290	150	110
V	290	210	150	210	150	110

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

2.4.2.8 Estudio de drenaje.

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- b) Controlar el nivel freático;
- c) Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

2.4.2.8.1 Drenaje longitudinal.-

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesaria establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

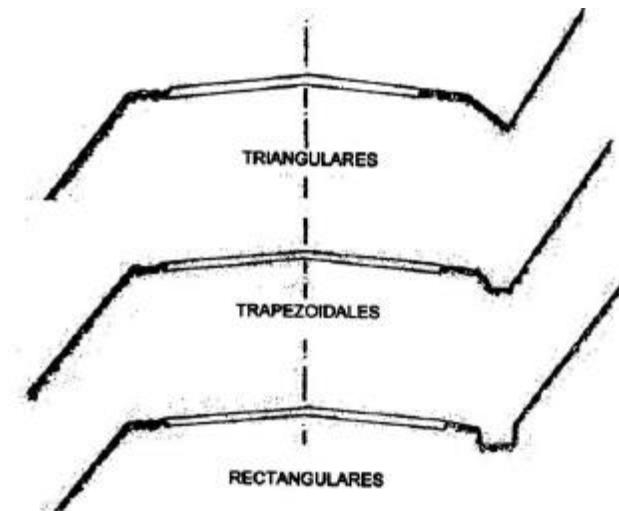
a. Cunetas.- Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera.

- Forma de la sección de la cuneta.

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, por su facilidad de construcción y mantenimiento; dependiendo del área hidráulica requerida, se pueden utilizar secciones rectangulares ó trapezoidales.

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm.

Gráfico N° 8: Secciones Típicas de Cunetas



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

b. Diseño hidráulico de cunetas.

El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad.

Caudal de diseño y período de retorno, es el caudal máximo del escurrimiento de la corona de la vía y del talud del corte, por ancho unitario, se determinará para un período de retorno de 100 años y considerando una lluvia de 20 a 30 minutos de duración.

2.4.2.8.2 Bombeo (pendiente transversal).-

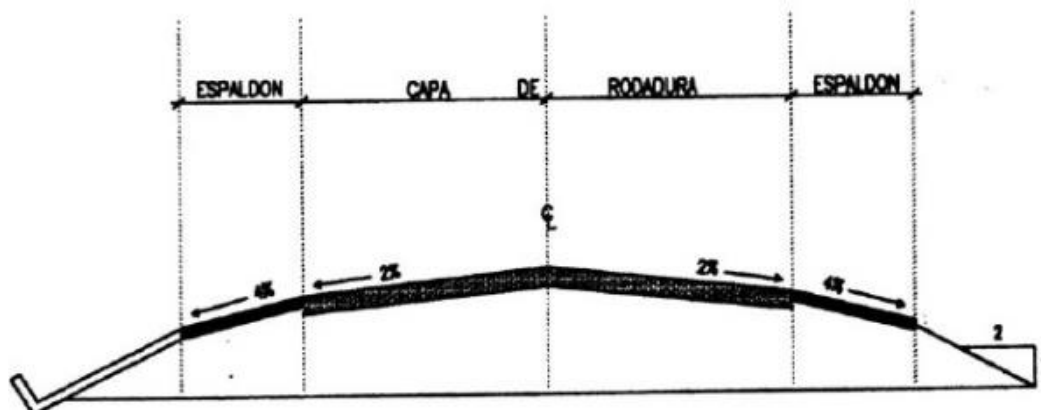
Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre ésta, escurra hacia sus espaldones.

En las carreteras de dos carriles de circulación y en 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; sin embargo dentro de la transición de la sección en tangente a la de la curva, en el cual será conveniente considerar la existencia de la pendiente longitudinal. En las carreteras de más de dos carriles de circulación pueden presentarse dos casos típicos:

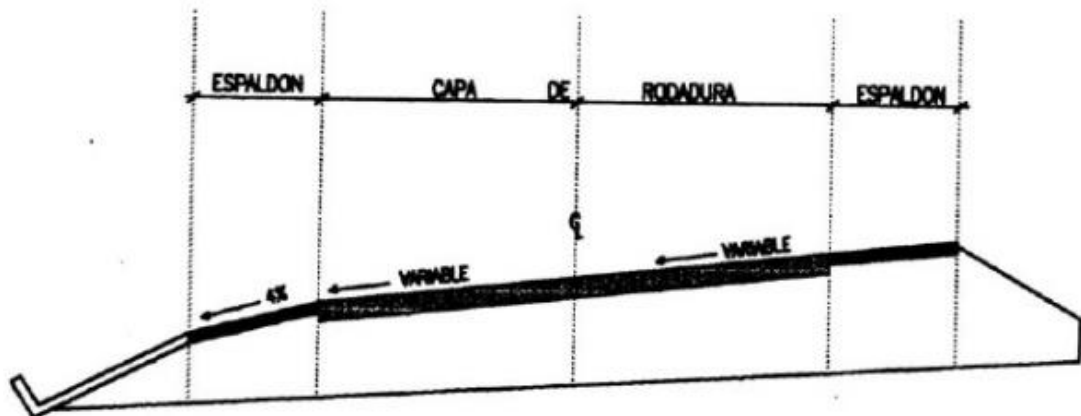
- a) se tiene un parterre central relativamente estrecho.
- b) se tiene uno muy amplio, generalmente sembrado de pasto.

En el primer caso, es frecuente que el bombeo tenga lugar del parterre hacia ambos espaldones, pero en el segundo es común que se disponga un bombeo mixto, en dos vertientes, con pendientes desde el eje de cada calzada hacia el espaldón respectivo y hacia la sección central de la vía, en la cual suele existir un elemento de canalización.

Gráfico N° 9: Sección típica de bombeo.



Bombeo en sección tangente



Bombeo en sección en curva

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

En caminos revestidos sin capa de rodadura, seguramente conviene que el bombeo sea por lo menos del 3%, para proporcionar al agua un rápido 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.

2.4.2.8.3 Alcantarillas.

Son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera.

1. Consideraciones para el Diseño.

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras.

El análisis hidrológico permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, para períodos de retorno especificados de acuerdo a la importancia del sistema. El Diseño hidráulico permite establecer dimensiones para desalojar caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas.

2. Localización.

La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección, la conservación de la estructura y el posible colapso del cuerpo de la carretera.

3. Alineación.

La localización óptima de una alcantarilla consistirá en proporcionar a la corriente una entrada y una salida directa. Cuando no se puedan lograr estas condiciones, se puede obtener por medio de los procesos siguientes: un cambio en el trazado del cauce, una alineación esviada o una combinación de ambas. Se deberá tener presente que es conveniente evitar que el cauce cambie bruscamente de dirección, en cualquiera de los extremos de la alcantarilla, puesto que se retardaría el flujo de la corriente, provocando un embalse excesivo y hasta el colapso del terraplén.

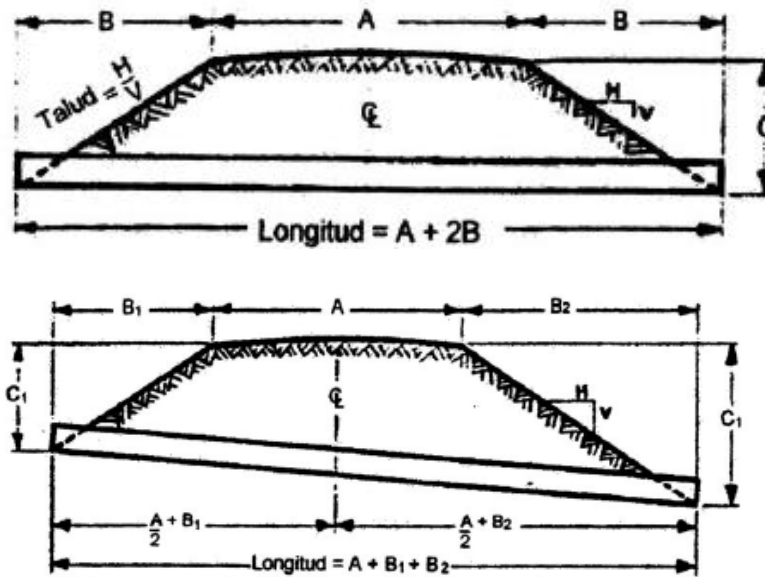
4. Pendiente.

La capacidad de una alcantarilla con salida libre no aumenta cuando la pendiente sea mayor que la “pendiente crítica”, puesto que la capacidad está determinada, por el volumen de agua que puede ingresar por la entrada. La capacidad de una alcantarilla, con pendiente muy reducida, puede variar según la carga hidráulica; en este caso, la rugosidad interna de la alcantarilla es un factor que debe tenerse en cuenta. Para evitar la sedimentación, la pendiente mínima será 0,5 por ciento.

5. Longitud de la alcantarilla.

La longitud necesaria de una alcantarilla dependerá del ancho de la corona de la carretera, de la altura del terraplén, de la pendiente del talud, de la alineación y pendiente de la alcantarilla y del tipo de protección que se utilice en la entrada y salida de la estructura. La alcantarilla deberá tener una longitud suficiente para que sus extremos (entrada y salida) no queden obstruidos con sedimentos ni sean cubiertos por el talud del terraplén.

Gráfico N° 10: Longitud de Alcantarilla.



Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.

2.5 HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda, provincia de Bolívar, mejorará la circulación vehicular.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda, provincia de Bolívar.

2.6.2 Variable dependiente

Mejorar la circulación vehicular.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación necesaria para el desarrollo del proyecto se realizó en el área de influencia directa de la vía, y en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica; como son:

Investigación de Campo.-

En el campo se procedió a realizar las encuestas a la población afectada para saber si están de acuerdo o no con el proyecto a ejecutarse.

El tráfico actual se estableció con el conteo y clasificación de los vehículos que circulan por la vía Guaranda – Julio Moreno para así llegar a identificar el TPDA para 20 años.

Se realizaron calicatas para la extracción de muestras de suelo.

El levantamiento topográfico se realizó en un ancho de faja de 20 metros, tomando en cuenta construcciones, ancho de vía, obras de arte (alcantarillas), con la ayuda de la estación total y del prisma se colocaron los PI y así obtener el eje de la vía en estudio.

Investigación Bibliográfica.-

La investigación de conceptos y metodología para el diseño y construcción del pavimento, se realizó en base a las normas del MTOP., A.A.S.H.T.O. y textos

relacionados a los temas de estudio como son: estudios de suelos, topografía, diseño geométrico de vías, pavimento asfáltico, drenaje, etc.

Investigación experimental o de laboratorio.-

Para el estudio de suelos de las muestras obtenidas mediante la extracción en las calicatas se ensayaron en el laboratorio DIGECONSA ubicado en la provincia del Guayas para el efecto se realizaron los siguientes ensayos:

- ✓ Ensayo de CBR.
- ✓ Ensayo de compactación.
- ✓ Densidad.
- ✓ Penetración.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Nivel exploratorio.-

Se procedió a determinar el tráfico actual mediante el conteo y clasificación de vehículos que circulan por la vía en un sentido, realizar las encuestas a la población para establecer si están de acuerdo o no con la ejecución del proyecto, el levantamiento topográfico se lo realizó con la ayuda de la estación total, cinta y un GPS.

Nivel descriptivo.-

En este proyecto se describe la clase de vía y las características topográficas para establecer los problemas de la investigación, ya que el desarrollo del mismo les permitirá clasificar elementos y estructuras tomando en cuenta ciertos criterios que faculte lograr un nivel excelente en el interés de acción social (Planificación, resultados de ensayos).

Asociación de variables.-

Teniendo en consideración la variable independiente y de la variable dependiente se ha llegado a la asociación de variables pudiendo determinar la vinculación variables entre sí.

Nivel explicativo

Es la aprobación que propondrán a posibles soluciones de diseño geométrico y sección típica, acontecimientos que se estudian en este proyecto basándose en las normas del MTOP.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1 Población

La población de la Parroquia Julio Moreno y sus distintas comunidades para este proyecto es de 2948 habitantes para el año 2010 y para el año 2013 es de 3028 habitantes.

Población proyectada.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Taza de crecimiento.

n = Intervalo de tiempo.

CÁLCULOS:

Despejado r se aplica:

$$r = \frac{\frac{pf}{pa} - 1}{n}$$

$$r = \frac{\frac{2948}{2726} - 1}{9}$$

$$r = 0.0090 * 100$$

$$r = 0.90\%$$

Parroquia	Censo 2001	Censo 2010	Taza de crecimiento actual	Proyección 2013
Julio Moreno	2726	2948	0.90%	3028

3.3.2 Muestra

Para este análisis y mediante la aplicación de la fórmula se trabajará con un margen de error del 4 por ciento.

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Población proyectada para el 2013 = 3028 habitantes.

E = Error de muestreo (4%).

$$n = \frac{3028}{(0.04)^2(3028 - 1) + 1}$$

n = 518 habitantes.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable independiente.- Estudio de la capa de rodadura y condiciones geométricas de la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda, provincia de Bolívar.

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Instrumento
El diseño geométrico es un alineamiento horizontal y vertical: para obtener una proyección del eje del camino sobre un plano horizontal, el perfil vertical es indispensable para obtener buenos alineamientos.	Diseño geométrico.	Alineamiento horizontal. Alineamiento vertical.	¿Cuáles es el diseño geométrico?	Estación total. Hoja de cálculo.
El diseño de pavimentos se define como la constitución de un conjunto de capas superpuestas	Diseño del pavimento.	Subbase. Base. Capa de rodadura.	¿Cuál es el diseño del pavimento?	Hoja de cálculo.
	Diseño drenaje.	Cunetas Alcantarillas	¿Cuál es el diseño del drenaje?	Hoja de cálculo.

Variable dependiente.- Circulación vehicular.

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Items	Instrumento
La circulación de los vehículos en la vía tiene como objeto ganar seguridad vial, comodidad o confort.	Economía.	Costo de transporte.	¿Cómo podría mejorar la economía en la Parroquia?	Encuesta.
	Seguridad.	Guardavías. Señalética.	¿Cómo podría mejorar la seguridad en la Parroquia?	Encuesta.

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

La investigación se inició de manera bibliográfica con el fin de obtener información actualizada basándose en documentos de internet, tesis relacionadas al tema de investigación en la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato y la colaboración técnica por parte del Gobierno Autónomo descentralizado de la Provincia Bolívar, para determinar las características de la vía existente.

Se tomaron las muestras en los diferentes sitios con la finalidad que éstas indiquen la homogeneidad para llevarlas al laboratorio en donde se ensayan las muestras tomadas para determinar el valor de CBR que sirve para el diseño y cálculo de la capa de rodadura, otro paso que se realizó son las encuestas que se procede a llenarlas con ayuda de los moradores, además se utilizó la hoja de cálculo para realizar el conteo y tipo de vehículos que transitan por dicha vía para obtener el TPDA.

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Una vez realizada la inspección visual en sitio, encuestas, muestras ensayadas en el laboratorio, TPDA y una investigación previa se procedió a:

Las encuestas realizadas se las formuló a la población afectada con una aplicación orientada al mal estado de la vía con la información obtenida se las tabuló y se realizó la apreciación gráfica para establecer conclusiones y una estadística de la población.

Los datos del tráfico vehicular fueron clasificados por el tipo de vehículo para su posterior análisis y obtener resultados para establecer la clase de vía y así diseñar el pavimento.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

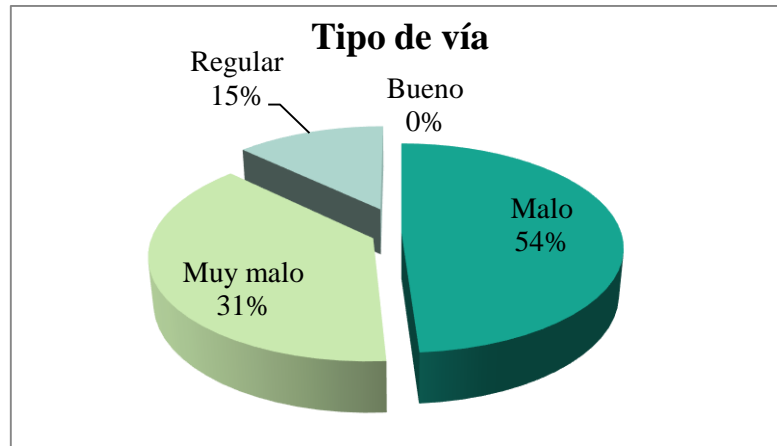
4.1.1. Análisis de resultado de la encuesta.

Las encuestas se realizaron a los habitantes de la Parroquia y a los usuarios de la vía en la cual se propone ejecutar el proyecto. Se encuesta a un promedio de 518 personas entre ellas hombres y mujeres los que proporcionaron datos reales que fueron recopilados con las preguntas de interpretación personal, crítico y lógico.

Pregunta N° 1.

- ¿El tipo de vía que llega a su parroquia en qué condiciones está?

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Bueno	0	0
Malo	282	54
Muy malo	161	31
Regular	75	15
TOTAL	518	100



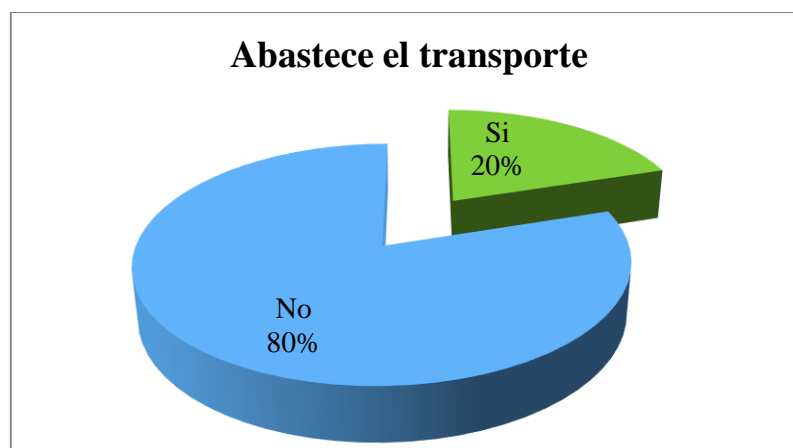
Conclusiones.

El 54% expresa que la vía se encuentra en mal estado, el 31% indica que está en estado muy malo y un 15% respondió que la vía está en un estado regular.

Pregunta N° 2.

- ¿El tipo de la vía existente abastece para el transporte de sus productos?

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Si	104	20
No	414	80
TOTAL	518	100



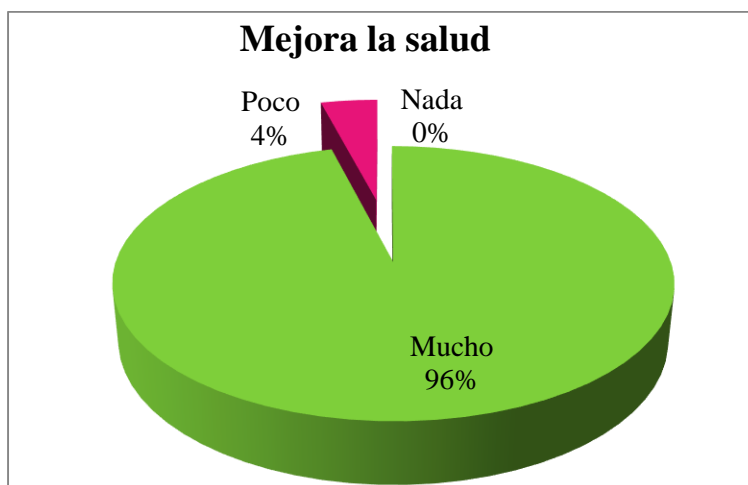
Conclusiones.

El 80% expresa que la vía actual no abastece para transportar los productos, mientras el 20% que si abastece.

Pregunta N° 3.

- **¿En qué medida mejoraría su salud con una vía asfaltada?**

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Mucho	497	96
Poco	21	4
Nada	0	0
TOTAL	518	100



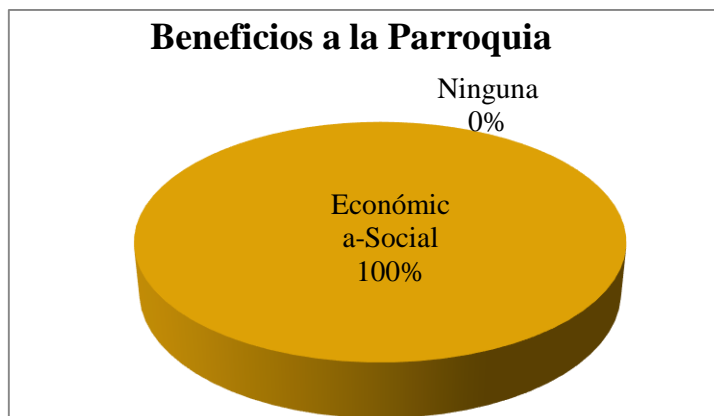
Conclusiones.

El 96% expresa que con una vía asfaltada mejorará mucho en su salud, mientras el 4% expresa que mejorará poco.

Pregunta N° 4.

- **¿Qué beneficios obtendrá su parroquia con una vía asfaltada?**

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Económica-Social	518	100
Ninguna	0	0
TOTAL	518	100



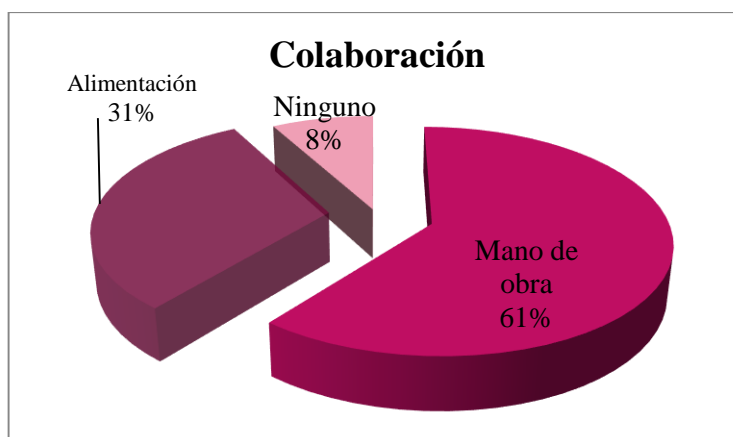
Conclusiones.

El 100% expresa que siendo una vía asfaltada los moradores se beneficiarán en lo económico social.

Pregunta N° 5.

- ¿Cómo sería su colaboración en el sistema vial propuesto?

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Mano de obra	316	61
Alimentación	160	31
Ninguno	42	8
TOTAL	518	100



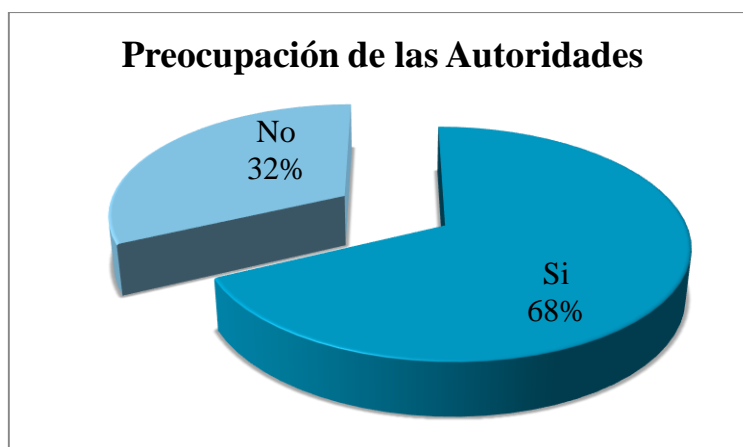
Conclusiones.

El 61% expresa que para el proyecto estarían dispuestos a colaborar con la mano de obra, un 31% colaboraría con la alimentación, y un 8% no apoyará en ningún sentido.

Pregunta N° 6.

- **¿Las autoridades del sector se preocupan en ayudar a gestionar para el mejoramiento del sistema vial?**

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Si	352	68
No	166	32
TOTAL	518	100



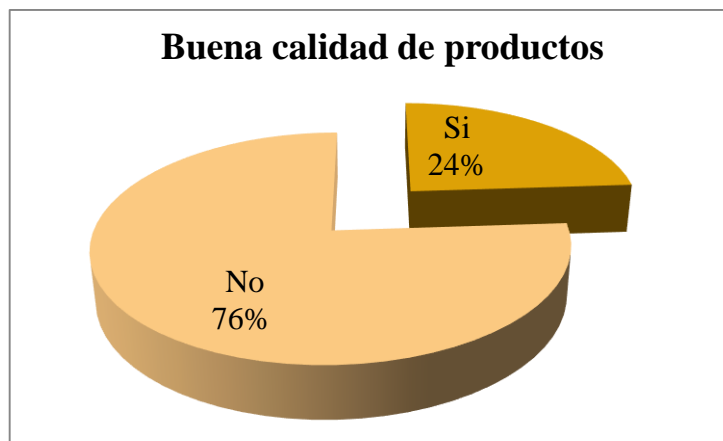
Conclusiones.

El 68% expresa que los gobiernos si se han preocupado por las vías hacia las parroquias, mientras que el 32% respondieron que no se preocupan por la vialidad.

Pregunta N° 7.

- **¿Los productos que Uds. transportan por la vía actual llegan en buena calidad?**

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Si	124	24
No	394	76
TOTAL	518	100



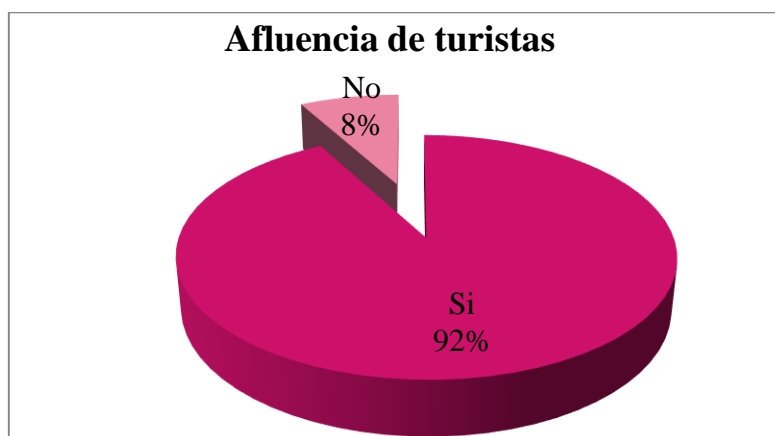
Conclusiones.

El 76% expresa que los productos no llegan en buen estado, mientras el 24% que los productos comercializados llegan en malas condiciones.

Pregunta N° 8.

- ¿Cree Ud. que mejorando esta vía mejorará la afluencia de turistas?

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Si	476	92
No	42	8
TOTAL	518	100



Conclusiones.

El 92% expresa que con una vía con buenas características habrá mejor acogida de los turistas ya que es una vía que conecta con el cantón Caluma, mientras el 8% dice que no habrá afluencia de turistas.

Pregunta N° 9.

- ¿Mejorando la vía de acceso mejoraría el tiempo de salida hacia la ciudad de Guaranda?

ALTERNATIVA	MUESTRA	PORCENTAJE %
Si	518	100
No	0	0
TOTAL	518	100



Conclusiones.

El 100% expresa que tendrá un ahorro de tiempo en la salida y llegada hacia sus hogares.

4.1.2 Análisis de resultados del estudio de tráfico.

4.1.2.1 Conteo de tráfico.

Los conteos fueron realizados en una jornada de diez horas continuas entre las 07H00 y 17H00, durante los siete días de la semana, siendo el sábado 3 de febrero el día de mayor circulación vehicular, ver Anexo N° 3. Estudio de Tráfico, conteos diarios.

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Sábado 02 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				
			C-2P	C-2G	C-3		
07h00-07h15	2	1	0	0	0	3	
07h15-07h30	1	0	1	0	1	3	
07h30-07h45	2	0	0	0	0	2	
07h45-08h00	1	0	0	0	0	1	9
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	6
08h15-08h30	1	0	1	0	0	2	5
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	3
08h45-09h00	1	0	0	1	0	2	4
09h00-09h15	0	0	1	0	0	1	5
09h15-09h30	1	0	0	0	1	2	5
09h30-09h45	0	0	0	1	0	1	6
09h45-10h00	2	0	0	0	0	2	6
10h00-10h15	1	0	0	1	0	2	7
10h15-10h30	1	0	0	0	0	1	6
10h30-10h45	1	0	1	0	0	2	7
10h45-11h00	2	0	0	0	0	2	7
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	5
11h15-11h30	1	0	0	0	0	1	5
11h30-11h45	0	0	1	0	0	1	4
11h45-12h00	0	0	0	1	0	1	3
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	3
12h15-12h30	4	1	0	1	1	6	8
12h30-12h45	2	0	1	1	0	4	11
12h45-13h00	2	0	1	0	0	4	14
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	14
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	8
13h30-13h45	1	0	0	0	0	1	5
13h45-14h00	2	0	0	0	1	3	4
14h00-14h15	0	0	1	0	0	1	5
14h15-14h30	1	0	0	0	0	1	6
14h30-14h45	1	0	0	1	0	2	7
14h45-15h00	1	0	0	0	0	1	5
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	4
15h15-15h30	0	1	0	0	0	1	4
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	3
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	2
16h00-16h15	2	0	0	0	0	2	4
16h15-16h30	1	0	0	0	0	1	4
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	4
16h45-17h00	1	0	0	0	0	1	5
Total	37	3	8	7	4	59	

Tabla N° 15: Resumen de conteo del tráfico semanal.

Proyecto: Vía Guaranda – Julio Moreno									
Lugar del Registro: Km. 0+000									
FECHA:	28 de Enero al 3 de Febrero								
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miér.	Jueves	Viernes	Sábado	Dom.	Total	%
Livianos	19	24	31	20	32	37	10	173	67
Buses	3	3	3	3	3	3	1	19	7
Camiones C - 2P	3	2	7	2	5	8	1	28	11
Camiones C - 2G	4	1	5	3	2	7	0	22	9
Camiones C - 3	2	1	3	2	3	4	1	16	6
Total	31	31	49	30	45	59	13		100

Fuente: Marcia Zapata

Tráfico actual = 8 (livianos)

Tráfico actual = 1 (buses)

Tráfico actual = 2 (camiones C – 2P)

Tráfico actual = 2 (camiones C – 2G)

Tráfico actual = 1 (camiones C - 3)

Para la vía en análisis se tomó el valor del 15% para diseño de la 30^{va} HD por tratarse de una vía rural de poca afluencia de tráfico.

8 → 15%

TA → 100%

TA = 53

TA = (livianos) i = 0.04

TA = (buses) i = 0.035

TA = (camiones) i = 0.05

$$TPDA = TF + TG + TD$$

$$TF = TA * (1+i)^n$$

i.- Es la Tasa de crecimiento.

n.- Es el período de proyección en años.

CÁLCULOS:

TF.- Es el tráfico futuro.

$$TF = TA * (1+i)^n$$

$$TF = 53 * (1 + 0.04)^{20}$$

$$TF = 116$$

TG = Tráfico generado.

$$TG = 15\% TF.$$

$$TG = 0.15 * 116$$

$$TG = 17$$

TD = Tráfico por desarrollo

El Tráfico por desarrollo (depende del desarrollo que la vía dará en la zona del proyecto).

$$TD = 20\% TF.$$

$$TD = 0.20 * 116$$

$$TD = 23$$

TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

TPDA = TF + TG + TD

TPDA = 116 + 17 + 23

TPDA = 156

Tabla N° 16: TPDA Calculado.

Tipo de Vehículo	Conteo hora pico	Tráfico Actual TA	Tráfico Futuro TF (20 Años)	Tráfico Generado TG (15% TF)	Trafico Desarrollado TD (20% TF)	TPDA Total Actual
Livianos	8	53	116	17	23	156
Buses	1	7	14	2	3	19
C – 2P	2	13	34	5	7	46
C – 2G	2	13	34	5	7	46
C – 3	1	7	19	3	4	26
Sumatoria	14	93	217	32	44	293

Fuente: Marcia Zapata

4.1.3 Análisis de resultados del estudio de suelos.

El estudio de suelos es un método para determinar la capacidad portante del suelo para el caso se determina mediante ensayos de laboratorio con muestras alteradas tomadas en distintos tramos de vía con lo que se obtiene resultados que se especifica en el anexo N° 4.

Ensayo de C.B.R.

Abscisa	CBR	Compactación Densidad seca	Presión Lb/plg ²	Profundidad m	% de Humedad Óptima
0 + 500	18	1.674	223.0	2.00	18.60
1 + 500	19	1.760	258.9	1.80	16.50
2 + 500	18	1.682	214.7	1.90	19.0
3 + 500	19	1.701	276.5	1.90	19.80
4 + 500	23	1.798	292.9	1.50	15.99
6 +000	16	1.665	210.4	2.00	19.60

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.

4.2.1 Interpretación de datos de la encuesta.

Pregunta	Respuesta	Cantidad	%
1.- Tipo de vía	Malo	352	49
2.- Abastece el transporte	No	576	80
3.- Mejora la salud	Mucho	691	96
4.- Beneficios a la parroquia	Económica - social	720	100
5.- Colaboración	Mano de obra	438	61
6.- Preocupación de las autoridades	Si	490	68
7.- Buena calidad de productos	No	547	76
8.- Afluencia de turistas	Si	662	92
9.- Tiempo de salida	Si	720	100

4.2.2 Interpretación de datos del estudio de tráfico.

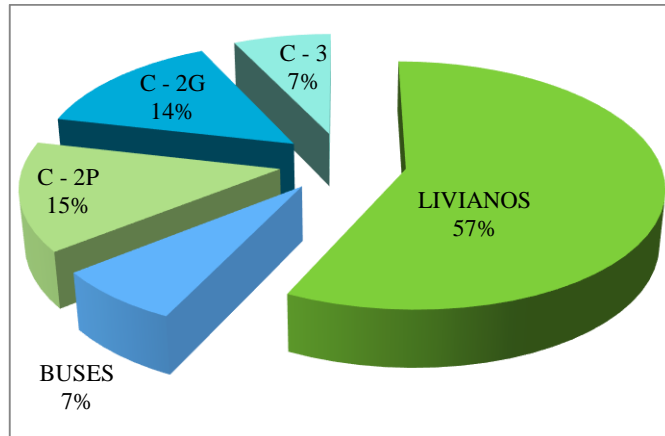
Tráfico Futuro.

Conteo y clasificación vehicular para la hora pico.

HORA PICO	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL
	Liviano	Buses	Camiones			
			C - 2P	C - 2G	C - 3	
12H15-13H15	4	1	0	0	1	6
	2	0	1	1	0	4
	2	0	1	1	0	4
	0	0	0	0	0	0
TOTAL VEHI.	8	1	2	2	1	14
PORCENTAJE	57.14	7.14	14.29	14.29	7.14	100

Fuente: Marcia Zapata

Gráfico N° 11: Cuento y clasificación vehicular para la hora pico.



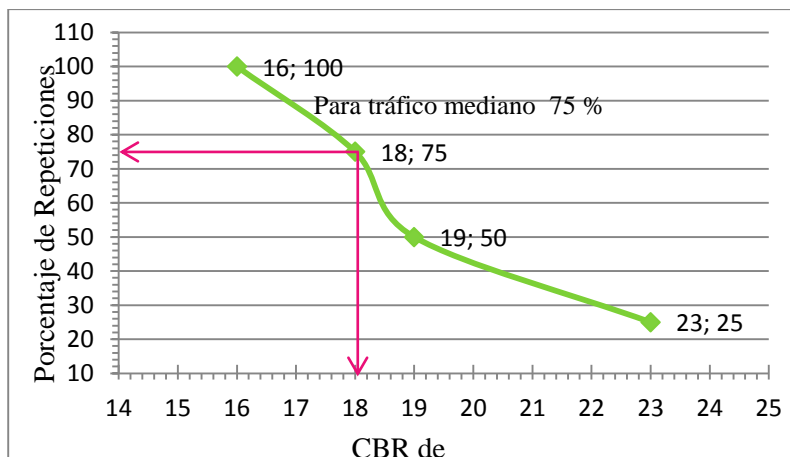
Fuente: Marcia Zapata

El tráfico proyectado para la vía Interparroquial Guaranda – Julio Moreno, es igual a **293** vehículos por día, donde los vehículos livianos tienen mayor afluencia con un porcentaje de 57%, Buses 7%, Camiones C – 2P 14%, Camiones C – 2G 14% y camiones C – 3: 7%.

En base al tráfico proyectado el diseño de la vía se encamina a una **vía de clase IV**, lo que para el diseño de la misma se encuentra en el rango de 100 a 300 vehículos proyectados para 20 años de acuerdo a las normas de Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP.

4. 2.3 Interpretación de datos del estudio de suelos.

Gráfico N° 12: Determinación del CBR de diseño.



Fuente: Marcia Zapata

Con los valores del estudio de suelo se obtuvo un CBR puntual de 18% este valor es debido a que en la zona existen mezclas de suelos aluviales (vía antigua) y también porque la vía en gran parte es paralela al río Salinas, con este valor se procede al diseño de la capa de rodadura.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Luego de los estudios de campo y laboratorio se concluye que el diseño del pavimento y de las condiciones geométricas de la vía, mejorarán la circulación vehicular.

Con el mejoramiento de la vía se dará un excelente servicio y seguridad hacia la población con esto se fomentara el turismo en la zona y mejora el transporte de los productos agrícolas y ganaderos, este tipo de vía se regula según las normas del MTOP siendo esta vía de clase IV.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- ✓ La vía de estudio es muy importante porque conecta a la Parroquia Julio Moreno con sus comunidades y con el Cantón Guaranda, a su vez es una arteria que se une con el cantón Caluma.
- ✓ Con las encuestas realizadas se determina que el mejoramiento de la vía es de vital importancia para la seguridad del usuario, se reduciría el tiempo de viaje y el costo en el mantenimiento vehicular, mejorará la calidad en el transporte de los diversos productos de la zona.
- ✓ En el estudio del tráfico (TPDA) se determina que circularán 293 vehículos por día proyectados para 20 años los vehículos de mayor circulación son livianos; la vía corresponde a un camino colector clase IV de acuerdo a las normas del MTOP.
- ✓ Con la topografía se estableció una gradiente de hasta 14% debido a que la vía se encuentra en una zona montañosa.
- ✓ Con los estudios de suelos realizados se ha obtenido que la subrasante es de buena calidad debido a que es una mezcla de suelos aluviales.

- ✓ La vía es abierta al tráfico con cunetas de tierra, alcantarillas deterioradas y pasos de agua.
- ✓ La vía se encuentra lastrada en malas condiciones debido al poco mantenimiento razón por la cual se proyecta la vía a ser asfaltada para brindar seguridad a los usuarios.

5.2 RECOMENDACIONES.

- ✓ Para la elaboración de este proyecto se cumplirá con las Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes del MTOP.
- ✓ Se debe controlar el espesor, cantidad y la calidad de los materiales de las diversas capas para el diseño del pavimento y así evitar costos mayores a los rubros de la vía.
- ✓ Con el diseño geométrico de la vía se incrementaron las secciones transversales para mejorar la circulación vehicular.
- ✓ Para evitar el rápido deterioro de la vía se debe dar mantenimiento a las cunetas que serán revestidas de hormigón a los lados de la calzada.
- ✓ Utilizar mano de obra del sector en la ejecución del proyecto para evitar gastos mayores en el transporte del mismo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema.

“El diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda – Julio Moreno mejorará la circulación vehicular.”

6.1 DATOS INFORMATIVOS

a. Ubicación geográfica.

La carretera se encuentra ubicada en el cantón Guaranda, provincia de Bolívar, la longitud es de 6.5 Km.

Mapa N° 1: Mapa de ubicación de la vía.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar.

Coordenadas de ubicación de la parroquia Julio Moreno.

SECTOR	LATITUD N (m)	LONGITUD E (m)	COTA m.s.n.m.	ABSCISA
Julio Moreno (inicio)	9824397	0719121	3033	0 + 000
Guaranda (fin)	9824194	0721948	2708	6 + 123.68

b. Límites de la Parroquia Julio Moreno.

- Norte: Parroquia de Guanujo.
- Sur: Cantones Chimbo y Caluma.
- Este: Ciudad de Guaranda.
- Oeste: Cantón Caluma.

La vía une a la parroquia Julio Moreno con el cantón Guaranda para lo que se usa la población que transita por dicha vía.

c. Aspectos demográficos.

Población	Guaranda	Julio Moreno
Hombres	44121	1482
Mujeres	47227	1546

d. Producción Agrícola.

Las personas que habitan en esta parroquia, en su mayoría son campesinos agricultores dedicados a la producción agrícola como: maíz, trigo, fréjol, habas, arveja, papas, entre otros y ganadería

e. Condiciones Climáticas.

- Temperatura.

El Clima pertenece a la zona Montañosa y es de 13°C promedio.

- Precipitación.

La variación de la precipitación pluvial máxima se tiene 893 milímetros (mm) anuales.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

La vía se encuentra lastrada en malas condiciones, tiene una longitud de 6123.68 m, con un ancho promedio de 5.00 m debido a los derrumbes existentes y a la acumulación de la capa vegetal. En la vía existen cunetas en tierra y pasos de agua destruidos por la falta de mantenimiento.

En vista del mal estado de esta vía se propone realizar el diseño geométrico y el sistema de drenaje desde un punto de vista técnico, para evitar el deterioro de la capa de rodadura, en lo social se prevé disminuir el tiempo de viaje hasta la parroquia así como también preservar el mejor estado de los vehículos que transitan por dicha vía, representando esto un ahorro económico y tiempo para los usuarios de esta vía.

Mejorando esta vía se incrementará la producción agrícola, ganadera y la circulación vehicular para fomentar el turismo en la provincia.

6.3 JUSTIFICACIÓN.

Del resultado de la investigación de campo se puede identificar la necesidad urgente de realizar el diseño geométrico, diseño del pavimento y de sistema de drenaje ya que con esta obra los beneficiarios mejorarían su nivel de vida y la provincia tendría más vías de comunicación en buen estado, ya que el tiempo de recorrido se acortaría, los vehículos alargarían su vida útil, la producción de esta zona llegaría con más facilidad a los puntos de expendio.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 Objetivo General.

Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar.

6.4.2 Objetivos Específicos.

- Realizar el diseño geométrico.
- Diseñar el pavimento.
- Diseñar los sistemas de drenaje.
- Elaborar el presupuesto referencial.
- Elaborar el cronograma de actividades.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

Factibilidad Técnica.-

Desde el punto de vista técnico si se puede realizar este proyecto ya que en su parte principal contempla un rediseño para mejorar la vía existente, considerando la circulación del tráfico y las condiciones topográficas no se encuentra ninguna dificultad en la ejecución de los trabajos propuestos.

Factibilidad Social.-

En lo social se va a promulgar el desarrollo de la parroquia y de la provincia, la comunidad está de acuerdo con el proyecto por lo cual facilitarán sus terrenos para mejorar la vía.

Factibilidad Económica.-

Para la ejecución del proyecto los recursos a utilizarse serán con el aporte del Gobierno Provincial Bolívar, el proyecto es viable ya que facilita a la población

en el desarrollo económico con un mejoramiento en la transportación de los productos.

Factibilidad Ambiental.-

Los impactos ambientales no serían mayores debido a que es un rediseño los trabajos en gran parte se realizarán en la vía existente para que el impacto ambiental sea el mínimo y no atraviesa zonas protegidas.

6.6 FUNDAMENTACIÓN.

6.6.1 Diseño Geométrico.

Las características geométricas de la sección transversal tipo están en función de la topografía del terreno, en la cual tiene gran importancia el valor de la pendiente transversal del terreno. Si la topografía del terreno es montañosa suave se puede decir que es favorable con relación al posible volumen del movimiento de tierras.

Si la topografía del terreno es montañosa escarpada, se aumenta considerablemente el volumen del movimiento de tierras, lo cual es crítico cuando la pendiente transversal es igual o mayor al 100%. Por esta razón para proyectos viales trazados por zonas de topografía montañosa escarpada es recomendable reducir el ancho de la sección típica normal.

Los parámetros geométricos de la vía en su estado actual necesitan ser mejorados con la característica de una vía clase IV, teniendo en cuenta el objetivo de estudio que es elevar la calidad de vida y servicio para los moradores.

6.6.2 Diseño del Pavimento.

Para diseñar la estructura de un pavimento se toman en consideración los ensayos con el suelo de subrasante CBR con la influencia de los factores atmosféricos (lluvia, clima, altitud, etc.), factores ambientales, sísmicos, regionales, con el estudio del tráfico vehicular presente y futuro, con la calidad de materiales de afirmado. En el método AASHTO en el Ecuador se establecen factores regionales, propuesto por la AASHTO.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO.

6.7.1 Diseño Geométrico.

Para el diseño de la vía se definen los alineamientos horizontal y vertical, la velocidad de diseño, y la sección típica de la carretera.

6.7.1.1 Velocidad de Diseño.

La mayoría de los caminos son diseñados para satisfacer las necesidades del tránsito, dentro de un período de hasta de 20 años posteriores al año de realización del proyecto.

Teniendo en consideración que la vía es de clase IV y el terreno es montañoso se adopta la velocidad de diseño de 25 y 50 Km/h, valores recomendados por el MTOP para nuestro caso se diseñará con velocidades de 30 y 40 Km/h.

a. Velocidad de Circulación.-

La velocidad de circulación se calcula con la siguiente expresión si el TPDA es menor a 1000 vehículos.

$$Vc = 0.80Vd + 6.5$$

Donde:

Vd = Velocidad de diseño (Km/h).

Vc = Velocidad de circulación (Km/h).

Cuando la Velocidad de Diseño es 30 Km/h

$$Vc = 0.80Vd + 6.5$$

$$Vc = 0.80 * 30 + 6.5$$

$$Vc = 30.5 \text{ Km/h}$$

$$V_c = 30 \text{ Km/h}$$

Cuando la Velocidad de Diseño es 40 Km/h.

$$V_c = 0.80V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 * 40 + 6.5$$

$$V_c = 38.5 \text{ Km/h}$$

$$V_c = 40 \text{ Km/h}$$

b. Distancia de Visibilidad de Parada.-

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

Según las normas del MTOP se adopta un valor de 25m debido a que es un terreno montañoso.

$$D_{vp} = 0.7V_d + \frac{V_d^2}{254f}$$

La variación del coeficiente de fricción longitudinal (f) para pavimentos mojados representada por la siguiente ecuación:

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

Donde:

D_{vp} = distancia de visibilidad de parada m).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

V_c = Velocidad de circulación en función de la velocidad de diseño (Km/h)

Para 25Km/h.

$$f = \frac{1.15}{30^{0.3}}$$

$$f = 0.41$$

$$Dvp = 0.7 * 30 + \frac{30^2}{254 * 0.41}$$

$$Dvp = 29.64 \text{ m}$$

$$Dvp_{asumida} = 30 \text{ m}$$

Para 40 Km/h.

$$f = \frac{1.15}{40^{0.3}}$$

$$f = 0.38$$

$$Dvp = 0.7 * 40 + \frac{40^2}{254 * 0.38}$$

$$Dvp = 44.57 \text{ m}$$

$$Dvp_{asumida} = 50 \text{ m}$$

c. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.-

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

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se calcula con la siguiente ecuación:

$$Dvr = 9.54V - 218$$

$$(30 < V < 100)$$

Donde:

D_{vr} = Distancia de visibilidad para rebasamiento (m).

V_d = Velocidad promedio del vehículo rebasante, (Km/h).

Para 30 Km/h.

$$D_{vr_{30}} = 9.54V - 218$$

$$D_{vr_{30}} = 9.54 * 30 - 218$$

$$D_{vr_{30}} = 68.20 \text{ m.}$$

Para 40 Km/h.

$$D_{vr_{40}} = 9.54V - 218$$

$$D_{vr_{40}} = 9.54 * 40 - 218$$

$$D_{vr_{40}} = 163.60 \text{ m}$$

6.7.1.2 Alineamiento Horizontal.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales.

En la vía de estudio con el alineamiento horizontal se obtuvieron 71 curvas horizontales, con sus respectivos elementos. La nueva longitud del proyecto debido a la rectificación es de 6,125.52 m.

a. Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.

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

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

Donde:

R = Radio Mínimo de una curva horizontal (m).

V = Velocidad de diseño en (Km/h).

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m.

De acuerdo a las especificaciones del MTOP el valor máximo del peralte es 10%.

El coeficiente de fricción se determina con la siguiente formula:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

Para 30Km/h.

$$f = 0.19 - 0.000626 * 30$$

$$f = 0.17$$

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

$$R_{min_{30}} = \frac{30^2}{127(0.10 + 0.17)}$$

$$R_{min_{30}} = 26.24 \text{ m}$$

$$R_{min_{asumido}} = 30 \text{ m}$$

Para 40Km/h.

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

$$f = 0.19 - 0.000626 * 40$$

$$f = 0.16$$

$$Rmin_{40} = \frac{40^2}{127(0.10 + 0.16)}$$

$$Rmin_{40} = 48.45 \text{ m}$$

$$Rmin_{asumido 40} = 50 \text{ m}$$

6.7.1.3 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.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{min} = 0.60 V$$

Donde:

L_{min} = Longitud de la curva vertical (m).

V = Velocidad de diseño (Km/h).

Para 30 Km/h.

$$Lcv_{min} = 0.60 V$$

$$Lcv_{min} = 0.60 * 30$$

$$Lcv_{min} = 18 \text{ m}$$

$$Lcv_{asumida} = 20 \text{ m}$$

Para 40 Km/h.

$$L_{min} = 0.60 V$$

$$Lcv_{min} = 0.60 * 40$$

$$Lcv_{min} = 24 \text{ m}$$

$$Lcv_{asumida} 30 \text{ m}$$

- Sección Transversal.

De acuerdo a las especificaciones generales del MTOP, las secciones transversales para la vía es de 6.00 m para el proyecto de estudio se asume un ancho de cuneta de 1.20 m obteniendo un ancho total de la sección transversal de 7.20 m.

Teniendo en consideración la profundidad de la cuneta es a partir de la rasante y será de hormigón simple de 180 Kg/cm², la pendiente de la sección transversal se asume del 2%.

6.7.2 Diseño del pavimento flexible.

Ecuación de diseño método AASHTO 93.

El diseño está basado prioritariamente en identificar el “Número Estructural SN” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el SN requerido el método proporciona la ecuación con los siguientes parámetros:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

ZR.- Valor del desviador en una curva normal, función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.

Desviación estándar “S_o”.- Desviación estándar del sistema, función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y

comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio. La Guía AASHTO recomienda adoptar para S_o valores comprendidos dentro de los siguientes intervalos:

- Pavimentos rígidos: 0,30 - 0,40
- Pavimentos flexibles: 0,40 - 0,50
- En sobre - capas 0,50

La Guía AASHTO - 93 recomienda seleccionar un valor de $S_o = 0.45$ para el diseño de pavimentos flexibles nuevos y de 0.49 para el diseño de rehabilitaciones.

Se opta un valor $S_o = 0.45$ debido a que se diseñará un pavimento flexible.

Confiabilidad “R”.- La confiabilidad (R) en el diseño se refiere al grado de certidumbre (seguridad) de que una determinada alternativa de diseño alcance a durar, en la realidad, el tiempo establecido de un periodo seleccionado.

La confiabilidad también puede ser definida como la probabilidad de que un número de repeticiones de cargas (N_t) de un pavimento pueda soportar para alcanzar un determinado nivel de servicio, no sea extendida por un número de cargas que estén siendo aplicadas (W_T) sobre el pavimento.

En la información obtenida para los efectos de diseño, se califica la información en rangos del 50 al 100% de confiabilidad.

Tabla N° 17: Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera.

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 85	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 93.

Tabla N° 18: Valores de Z, en función de la confiabilidad R.

Confiabilidad R %	Desviación normal estándar 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	- 1.478
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.237
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 93.

Conforme a la vía de diseño se obtiene una clasificación funcional local, a nivel de confiabilidad R de una vía Rural, por lo cual se escoge un valor de nivel de confiabilidad R = 75%, así obteniendo un valor para Desviación normal estándar de Zr = -0.674.

También se puede entender a la confiabilidad como un Factor de Seguridad, siendo necesario reflexionar cuales son los valores de confiabilidad que se deben utilizar en el país dependiendo de la zona donde estamos trabajando, para realizar el diseño para un pavimento:

$$FS_{AASHTO} = 10^{(-Zr*So)}$$

Donde:

Zr: desviación normal estándar para “R”.

So: desviación estándar.

Mr.- Módulo resiliente de la subrasante y de las capas de base y sub-base granulares, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos granulares).

El módulo resiliente (Mr) está definido como la magnitud del esfuerzo desviador en compresión triaxial dividido entre la deformación axial recuperable, siendo éste equivalente al módulo de Young (Módulo de Elasticidad) se lo representa:

$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$	Para CBR < 10% (sugerida por AASHTO)
$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$	Para 7.2 % < CBR < 20%
$Mr \text{ (psi)} = 4326 * (\ln CBR) + 241$	Para CBR > 20% para suelos granulares

Es posible obtener el valor del módulo resiliente en función del CBR, propuestos por la AASHTO.

Así para nuestro caso tenemos:

Cálculo:

$$Mr_{(psi)} = 3000CBR^{0.65}$$

$$Mr_{(psi)} = 3000 * (18)^{0.65}$$

$$Mr_{(psi)} = 19635.79$$

$$Mr = 19.63 \text{ ksi}$$

Índice de serviciabilidad PSI.- Es la condición del pavimento para proveer la seguridad confort de los usuarios en un momento determinado y es calificado entre 0 (para pavimentos en pésimas condiciones) y 5 (para pavimentos en perfecto estado).

La serviciabilidad inicial (P_o).- Es función del diseño de pavimento y del grado de calidad que durante la construcción de la carretera. El valor establecido por la AASHTO para pavimentos flexibles es 4.2.

La serviciabilidad final o terminal (P_t).- Es el valor más bajo que puede ser tolerado por los usuarios de la vía antes de que sea necesario tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación, varían con la importancia o clasificación funcional de la vía cuyo pavimento se diseña.

Serviciabilidad inicial:

$P_o = 4,5$ para pavimentos rígidos.

$P_o = 4,2$ para pavimentos flexibles.

Para el caso de la vía en estudio se tomará el valor de Serviciabilidad Inicial $P_o = 4,2$ debido a que la vía se diseñará como un pavimento flexible.

Serviciabilidad final:

$P_t = 2,5$ ó más para caminos principales.

$P_t = 2,0$ para caminos de tránsito menor.

Para el caso de la vía en estudio se tomará el valor de serviciabilidad final $P_t = 2,0$ debido a que la vía tiene un tráfico bajo.

ΔPSI .- Pérdida de Serviciabilidad (Condición de Servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “plenitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción Serviciabilidad Inicial (P_o) y su plenitud al final del periodo de diseño Serviciabilidad Final (P_t).

El valor de diseño para el criterio de comportamiento que se introduce en la ecuación de diseño es la diferencia entre P_o y P_t , es decir:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Valor Soporte de la Sub-rasante (CBR).- Se basa en que a menor valor de CBR de la subrasante requerirá mayores espesores de pavimento para proteger de las condiciones climáticas y del tráfico.

El valor del CBR es la relación, expresada como un porcentaje, entre la presión necesaria para que el pistón penetre los primeros 2.5 mm y la presión necesaria para obtener la misma penetración en el material patrón, es un valor muy variable, 2 a 3% para arcillas plásticas a 70% o más para materiales granulares de buena calidad.

CBR de Diseño.- Para la determinación del CBR para el diseño, se realizaron múltiples pruebas, tomando en cuenta la longitud de la vía en estudio, para seleccionar el CBR adecuado, el instituto del asfalto recomienda tomar un valor tal que el 60%, 75% o el 87.5% de los valores individuales que sean mayores o iguales que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule por el pavimento, tal como se indica en la tabla siguiente:

En el estudio de suelos se obtuvo un valor del 18% del CBR puntual para diseño.

Tabla N° 19: Límite para Selección de CBR de Diseño.

Nivel de tránsito (Número de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño (N))	Valor percentil para diseño de subrasante
< 10 ⁴ ESAL's	60
10 ⁴ < 10 ⁶ ESAL's	75
>10 ⁶ ESAL's	87.5

Fuente: Manual de pavimento (SIECA).

En el estudio de tráfico realizado se obtuvo $7.70 \text{ E}+04$ en número de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño por lo cual se tomara un valor percentil para diseño de subrasante del 75%.

Procedimiento de diseño.

Índice de Servicio (P).- Es un número que varía entre 0 y 5 para estimar la condición del pavimento en base a determinadas características físicas. Según las Normas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) para carreteras principales (I, II, III orden) el índice de servicio es de 2.5 y para carreteras de IV y V orden como es nuestro caso el índice de Servicio es 2.0.

Con el objetivo de minimizar la determinación del índice han propuesto valores,

$P = 2.5$ (Carreteras principales).

$P = 2.0$ (Carreteras secundarias).

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) establece que en el caso que el suelo natural presenta insuficiencia portante es preferible sustituir o mejorar la calidad del suelo que esté clasificado dentro de un índice superior, como es más económico mezclar el suelo de la Subrasante con cal o cemento.

6.7.2.1 Cálculo de ejes equivalentes para el periodo de diseño (W_{18}) de 8.2 ton

W_{18} .- Es el número de aplicaciones de carga equivalente de 1800 Lb (8.2 ton) acumuladas en el periodo de diseño (n).

Para determinar el número de ejes equivalentes que circularán por el carril de diseño se tomará en cuenta los factores de daño según el tipo de vehículo.

Tabla N° 20: Factores de Daño Según Tipo de Vehículo.

Tipo de vehículo	Factor de daño
Bus	1.04
C - 2P	1.31
C - 2G	5.27
C - 3	3.84
C - 4	8.43
C - 5	11.82

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 93.

El número acumulado de ejes equivalentes se obtendrá por medio de lo siguiente:

$$W18 = 365 * TPDA \text{ FINAL} * FD$$

Donde:

W 18 = Número acumulado de ejes equivalentes al final del periodo de diseño.

TPDA = Tráfico promedio diario anual.

FD = Factor de daño.

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES A 8.2 TON.

AÑO	% CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO				CAMIONES			W ₁₈ ACUMULADO	W ₁₈ CARRIL DE DISEÑO
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	TPDA TOTAL	AUTOS	BUSES	CAMIONES	C-2P	C-2G	C -3		
2013	4.00	3.50	5.00	93	53	7	33	13	13	7	43691	21845
2014	4.00	3.50	5.00	130	74	9	47	19	19	9	61663	30832
2015	4.00	3.50	5.00	135	77	9	49	19	19	11	64466	32233
2016	4.00	3.50	5.00	143	81	11	51	20	20	11	67627	33814
2017	4.00	3.50	5.00	148	83	11	54	21	21	12	71431	35715
2018	4.00	3.50	5.00	156	87	11	58	23	23	12	76234	38117
2019	4.00	3.50	5.00	160	90	12	58	23	23	12	76468	38234
2020	4.00	3.50	5.00	171	95	12	64	25	25	14	84229	42114
2021	4.00	3.50	5.00	177	99	12	66	26	26	14	86737	43368
2022	4.00	3.50	5.00	184	101	14	69	27	27	15	90816	45408
2023	4.00	3.50	5.00	190	106	14	71	28	28	15	94080	47040
2024	4.00	3.50	5.00	198	110	14	74	29	29	16	97312	48656
2025	4.00	3.50	5.00	212	115	15	81	32	32	18	106618	53309
2026	4.00	3.50	5.00	220	119	15	86	34	34	18	112244	56122
2027	4.00	3.50	5.00	228	124	15	89	35	35	19	115978	57989
2028	4.00	3.50	5.00	236	128	16	92	36	36	20	120567	60283
2029	4.00	3.50	5.00	246	134	16	96	38	38	20	125517	62758
2030	4.00	3.50	5.00	258	139	18	101	40	40	21	132334	66167
2031	4.00	3.50	5.00	269	144	18	107	42	42	23	139580	69790
2032	4.00	3.50	5.00	284	151	18	115	45	45	25	149949	74975
2033	4.00	3.50	5.00	293	156	19	118	46	46	26	154058	77029

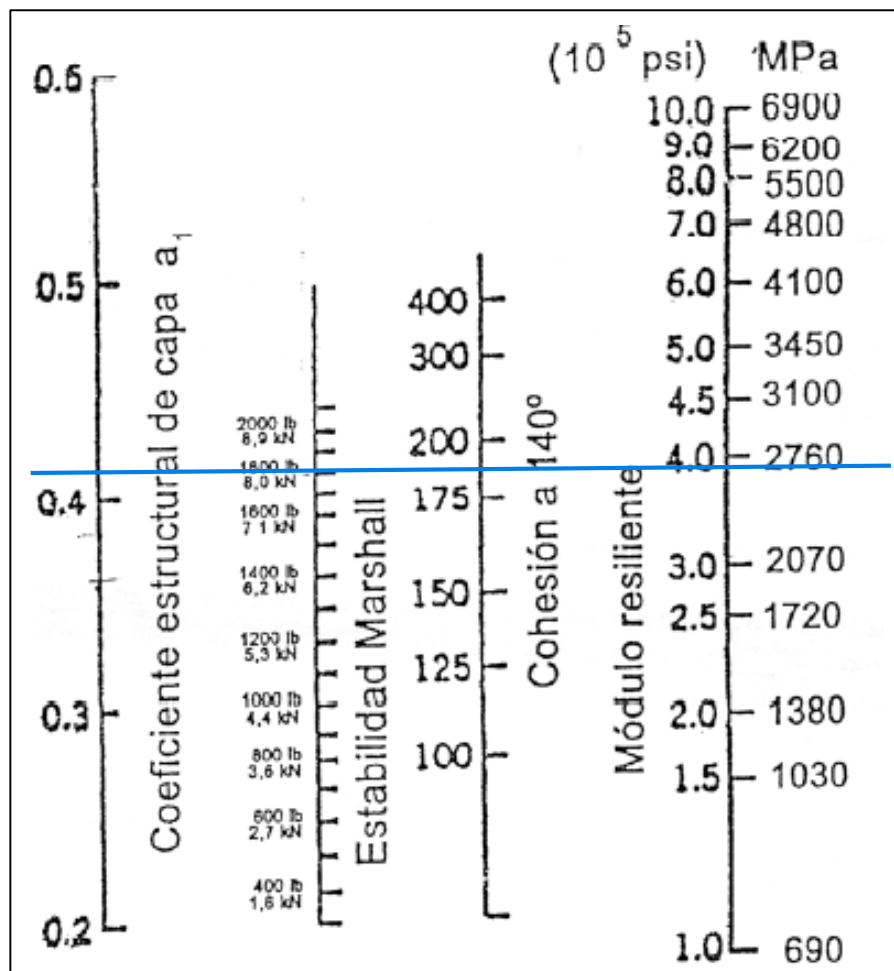
6.7.2.2 Determinación de los coeficientes estructurales del pavimento.

Coefficiente estructural de la Capa de pavimento (a_1).

Al no disponer del valor del Módulo de Elasticidad de la mezcla asfáltica, se estima el coeficiente estructural (a_1), a partir de la estabilidad Marshall de la mezcla.

Con la Estabilidad de Marshall mínima 1800 lbs, para tráfico pesado.

Gráfico N° 13: Variación del Coeficiente Estructural a_1



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 93

Tabla N° 21: Coeficientes de la Carpeta Asfáltica (a_1)

MÓDULO ELÁSTICO		VALORES DE a_1
PSI	MPa	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: Guía para el diseño de pavimentos flexibles, AASHTO 93.

Para obtener los valores se interpolan debido a que en la apreciación hay errores.

Interpolación

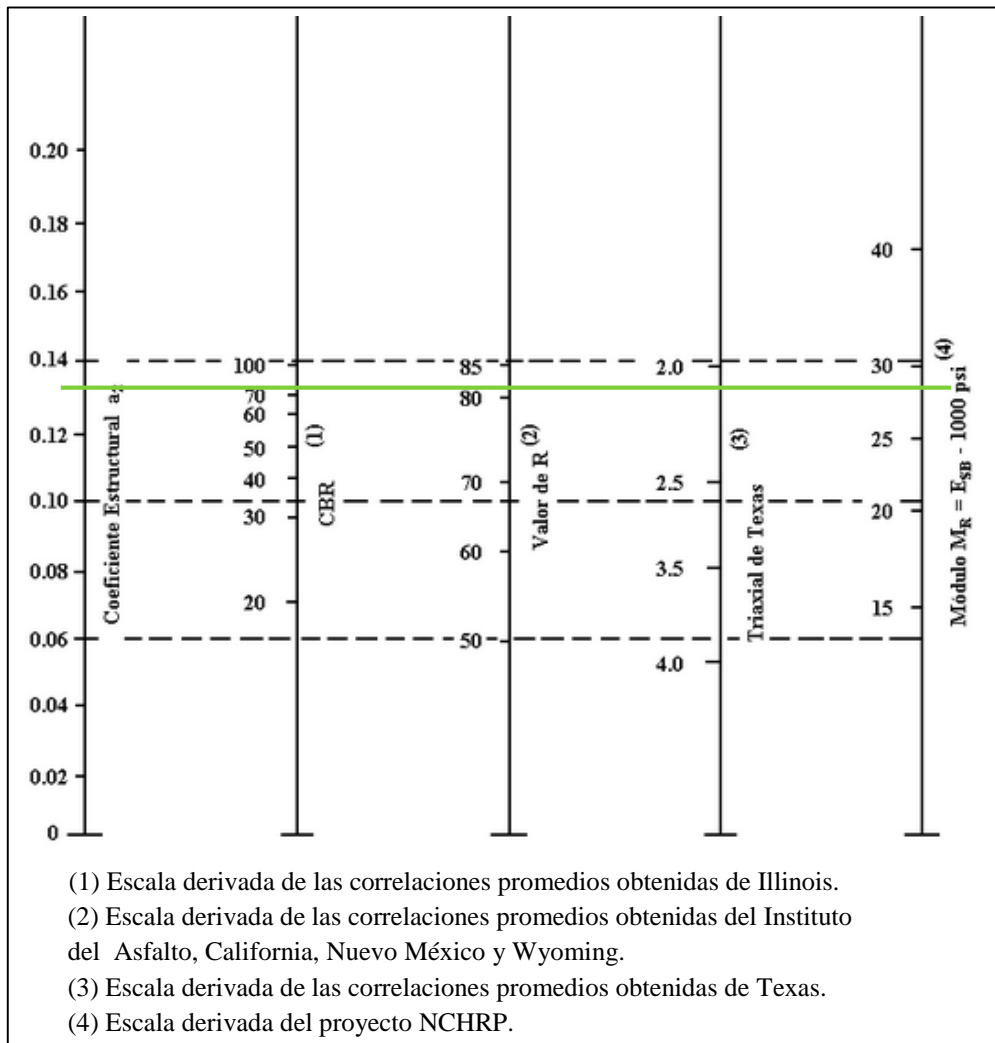
Módulo Elástico	Valor de a_1
375.000	0.405
400.000	0.420
Restamos	25.000 → 0.015
	5.000 → $x = ?$
	$x = 0.003$

$$a_1 = 0.420 - 0.003 \rightarrow a_1 = 0.417$$

Coefficiente estructural de la capa base (a_2) módulo de la capa base M_R .

El MTOP en sus especificaciones generales menciona que la capa de Base deberá tener un valor de soporte de CBR igual o mayor al 80%, para lo cual se tomará el valor de CBR del 80% que se introducen en el nomograma para obtener el valor del coeficiente estructural a_2 .

Gráfico N° 14: Coeficiente estructural para base granular a_2



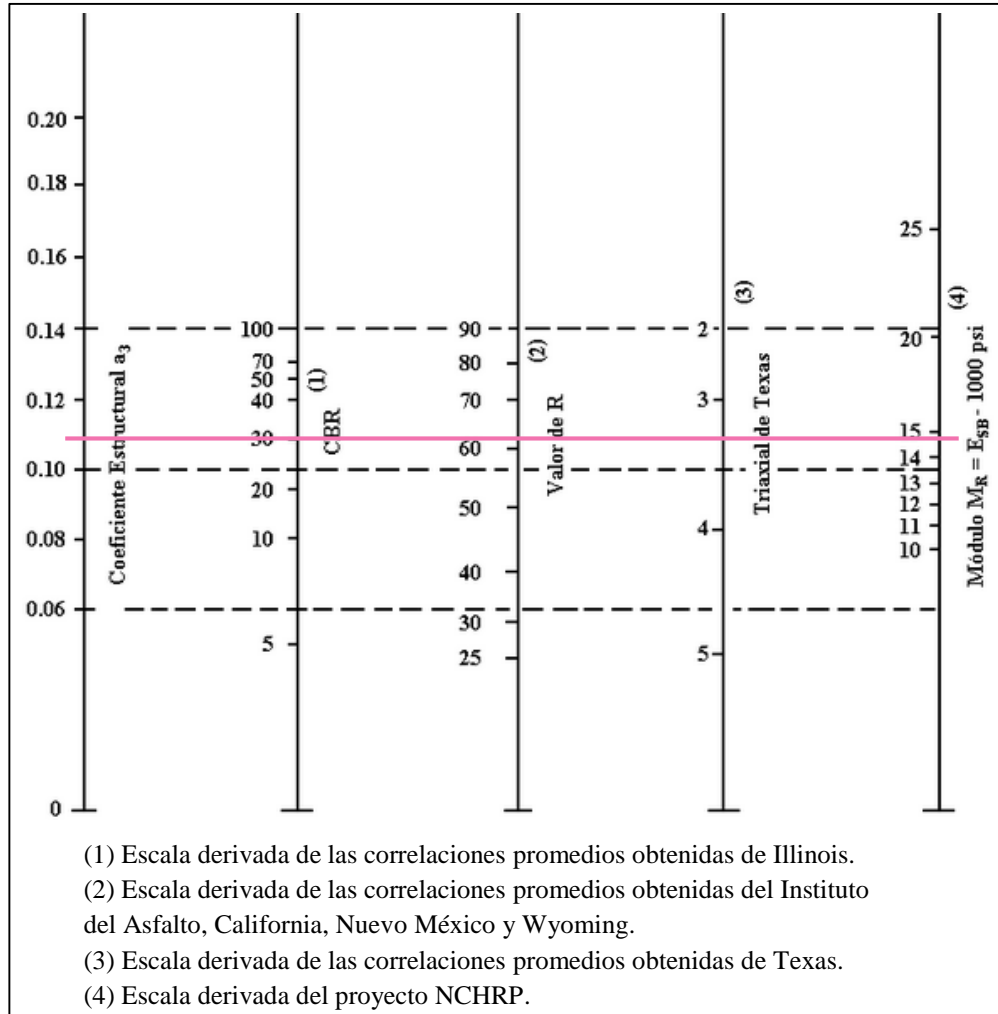
Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 93

Los datos Obtenidos en el nomograma son:	
Coefficiente Estructural $a_2 =$	0.132
Módulo Resiliente de la Base =	28500 psi

Coefficiente estructural de la capa subbase (a₃) y módulo de la capa subbase.

El MTOP en sus Especificaciones Generales menciona que para la capa de “Sub-Base el valor del CBR es igual o mayor del 30%, entonces tomamos como valor mínimo de soporte el 30% y se obtendrá el coeficiente estructural a₃.

Gráfico N°15: Coeficiente estructural para Subbase granular a₃



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 93

Los datos Obtenidos en el nomograma son:	
Coeficiente Estructural a ₃ =	0.110
Módulo Resiliente de la Subbase =	14950 psi

6.7.2.3 Diseño de la estructura del pavimento.

Cálculo de Número Estructural SN.- Una vez obtenidos los valores anteriormente calculados que a continuación se presentan en una tabla de resumen se procede al cálculo del valor del número estructural SN, mediante la ecuación en la cual asumiendo un valor de SN se tendrá que iterar hasta encontrar la igualdad en la ecuación para que soporte el W18 proyectado para el diseño.

SN: Número Estructural o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

$$SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$$

Donde:

a_i: Coeficientes de las distintas capas como son: capa de rodadura, base y subbase respectivamente.

m_i: Coeficiente de drenaje para base y subbase respectivamente.

D_i: Espesor de capa de rodadura, base y subbase respectivamente.

Espesores mínimos para capas de concreto asfáltico y base, en función del tráfico esperado W_{18} .

Datos obtenidos	
Periodo de diseño =	20 años
TPDA =	293 vehículos
Ejes Equivalentes W18 =	77029 → 7.70E+04
Servicialidad inicial (Po) =	4.2
Servicialidad final (Pf) =	2.0
Confiabilidad (R) =	75
Desviación Normal Estándar (ZR) =	- 0.674
Desviación Estándar (So) =	0.45
Módulo de Resiliencia de la Subrasante (MR) =	19635 psi
Módulo de Resiliencia de la Base (MR) =	28500 psi
Módulo de Resiliencia de la Subbase (MR) =	14950 psi
Coeficiente de la carpeta Asfáltica (<i>a₁</i>) =	0.417
Coeficiente estructural de la capa Base (<i>a₂</i>) =	0.132
Coeficiente estructural de la capa Sub-Base (<i>a₃</i>) =	0.110

Con los datos obtenidos se ingresa al programa del Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela que es para el Cálculo del Número Estructural AASHTO 1993.

Determinación de los espesores.

Para obtener los espesores de las distintas capas que conforman el pavimento, se utiliza el método de AASHTO 93.

Tabla N° 22: Espesores mínimos.

Cargas equivalentes (periodo de diseño)	Espesor mínimo (cm)	
	Mezcla asfáltica (todas las capas)	Base y/o sub-Base granular
< 50000	2.5 (*)	10.0
50001 – 500000	5.0	10.0
150001 – 500000	6.25	10.0
500001 – 2000000	7.5	15.0
2000001 – 7000000	8.75	15.0
> 7000000	10.0	15.0

(*) o tratamiento superficial según el tipo de vía

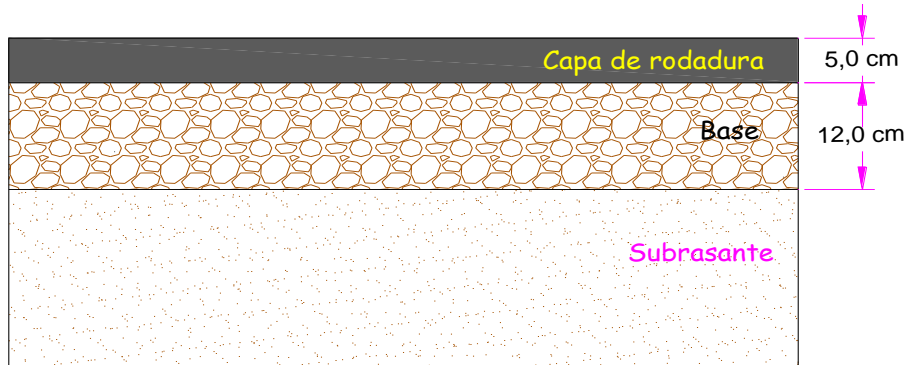
Fuente: Guía para el diseño de pavimentos, método AASHTO

Tabla N° 23: Diseño de la estructura del pavimento

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES			
METODO AASHTO 1993			
PROYECTO: VÍA GUARANDA - JULIO MORENO		TRAMO:	
SECCION 1: km 0+000 – km 6+135.		FECHA: Diciembre del 2013	
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. Módulo de Resiliencia de la Carpeta Asfáltica (ksi)			400.00
B. Módulo de Resiliencia de la Base Granular (ksi)			28.00
C. Módulo de Resiliencia de la Sub-Base (ksi)			15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. Número de Ejes Equivalentes Total (W18)			7.70E+04
B. Factor de Confiabilidad (R)			75%
Standard Normal Deviate (Zr)			-0.674
Overall Standard Deviation (So)			0.45
C. Módulo de Resiliencia de la Subrasante (Mr, ksi)			18.91
D. Serviciabilidad Inicial (pi)			4.2
E. Serviciabilidad Final (pt)			2.0
F. Periodo de Diseño (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.417
Base granular (a ₂)			0.132
Subbase (a ₃)			0.110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0.800
Sub-Base (m ₃)			0.800
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :			
Número Estructural Requerido Total (SN _{REQ})		1.37	
Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN _{CA})		1.00	
Número Estructural Base Granular (SN _{BG})		0.50	
Número Estructural Sub-Base (SN _{SB})		-0.13	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA			
	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN (calc)
Espesor Carpeta Asfáltica (cm)	6.1 cm	5.0 cm	0.82
Espesor Base Granular (cm)	7.7 cm	10.0 cm	0.42
Espesor Sub-Base Granular (cm)	-2.4 cm	0.0 cm	0.0
Espesor Total (cm)		15.0 cm	1.24
RESPONSABLE:			

Debido a que la vía tiene una capa de lastre demasiado gruesa se obvia la subbase y se coloca una capa de base de un espesor de 12 cm.

Gráfico N°16: Espesores finales de diseño de la estructura.



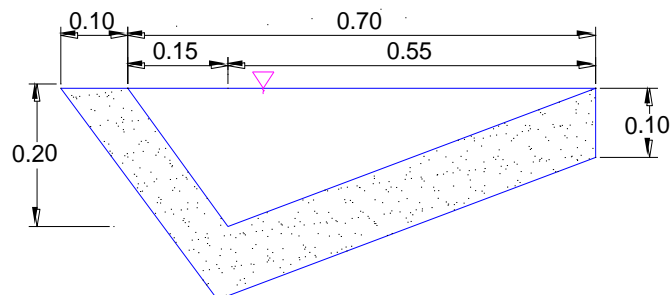
6.7.3 Diseño del sistema de drenaje.

6.7.3.1 Cálculo y diseño de 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 o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

Diseño de cuneta



El diseño de las cunetas se basa en el principio de canales abiertos, en un flujo uniforme, aplicando la fórmula de Manning y de la ecuación de la continuidad.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= Velocidad en m/s.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

J = Pendiente hidráulica en %.

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m³/s.

A = Área de la sección en m².

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

P = Perímetro mojado en m.

R = Radio hidráulico en m.

Tabla N° 24: Coeficiente de rugosidad de Manning para canales abiertos.

TIPO DE RECUBRIMIENTO	n
Tierra lisa	0.020
Césped con más de 15cm de profundidad	0.040
Césped con menos de 15cm de profundidad	0.060
Revestimiento rugoso de piedra	0.040
Cunetas revestidas con hormigón	0.016

Fuente: Libro de Manning.

- Se considera para el diseño de la cuneta sección se llena:

$$A = \frac{b * h}{2}$$

$$A = \frac{0.70m * 0.20m}{2}$$

$$A = 0.07m^2$$

- Cálculo del Perímetro mojado:

$$P = 0.34m + 0.63m$$

$$P = 0.97m$$

- Cálculo del Radio hidráulico:

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0.07}{0.97}$$

$$R = 0.07m$$

- Cálculo de la Velocidad:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.07^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 13.10 * J^{\frac{1}{2}}$$

- Reemplazando en la ecuación:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.07 * 13.10 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.917 * J^{\frac{1}{2}}$$

En el siguiente cuadro se representan caudales y velocidades admisibles para distintos valores de pendiente.

J (%)	V (m/s)	Q (m³/s)
0.5	1.057	0.127
1.0	1.495	0.179
1.5	1.831	0.220
2.0	2.114	0.254
2.5	2.364	0,284
3.0	2.590	0,311
3.5	2.797	0,336
4.0	2.990	0,359
4.5	3.172	0,381
5.0	3.343	0,401
5.5	3.506	0,421
6.0	3.662	0,439
6.5	3.812	0,457
7.0	3.956	0,475
7.5	4.094	0,491
8.0	4.229	0,507
8.5	4.359	0,523
9.0	4.485	0,538
9.5	4.608	0,553
10.0	4.728	0,567
10.5	4.845	0,581
11.0	4.959	0,595
11.5	5.070	0,608
12.0	5.179	0,621

- Cálculo del caudal esperado que circula por la cuneta a causa de las precipitaciones en la zona de estudio, se aplica la fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A = Número de hectáreas tributarias

Determinamos el coeficiente de escurrimiento:

$$C = 1 - \sum C'$$

C' = Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la esorrentía.

Tabla N° 25: Valores de escurrimiento por la Topografía.

POR LA TOPOGRAFIA	C
Plana con pendientes de 0,2 – 0,6 m/km	0,30
Moderada con pendientes de 3,0 – 4,0 m/Km	0,20
Colinas con pendientes 30 – 50 m/Km	0,10

Tabla N° 26: Valores de escurrimiento por el tipo de suelo.

POR EL TIPO DE SUELO	C
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,40

Tabla N° 27: Valores de escurrimiento por la capa vegetal.

POR CAPA VEGETAL	C
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

Entonces tenemos:

$$C = 1 - \sum C'$$

$$C = 1 - (C_{top} + C_{sue} + C_{veg})$$

$$C = 1 - (0.10 + 0.20 + 0.10)$$

$$C = 0.60$$

De las precipitaciones pluviales máximas se tiene 893 mm promedio anual, se tiene que la precipitación mensual es de 74.41 mm.

- Para calcular la intensidad de lluvia se tomará la fórmula que es realizada por estudios del INAMHI:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{m\acute{a}x}}{t^{0.58}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno en años (T = 10 años)

t = Tiempo de precipitación de intensidad I, frecuencia T (min).

P_{máx} = Precipitación máximo en 24 horas.

En el caso de no tener el valor de la duración se recomienda el tiempo de concentración y se calcula con la ecuación empírica más utilizada:

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$H = L * i$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración en min.

L = Longitud del área de drenaje

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga en m.
i = pendiente del talud.

- Cálculo del desnivel.

Datos:

i = 11% pendiente de tramo

L = 500m longitud máxima de drenaje

$$H = L * i$$

$$H = 500 * 0.11$$

$$H = 55m$$

- Cálculo de la concentración:

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{500^3}{55}\right)^{0.385}$$

$$tc = 5.46min$$

- Cálculo del desnivel en el Talud

Datos:

i = 20% pendiente de tramo

L = 100 m longitud máxima de drenaje

$$H = L * i$$

$$H = 100 * 0.20$$

$$H = 20 \text{ m.}$$

- Cálculo de la concentración:

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$tc = 0.0195 * \left(\frac{100^3}{20}\right)^{0.385}$$

$$tc = 1.26 \text{ min.}$$

- Entonces la concentración total:

$$tc_T = 5.46 + 1.26$$

$$tc_T = 6.52 \text{ min.}$$

- Cálculo de la intensidad de la precipitación pluvial.

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * Pmax}{t^{0.58}}$$

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 74.41}{6.52^{0.58}}$$

$$I = 157.17 \text{ mm/h.}$$

- Cálculo del área de drenaje para cuneta en un carril:

$$A = (\text{calzada} + \text{cunetas}) * L$$

$$A = (3.00 + 0.70) * 500$$

$$A = 1050 \text{ m}^2 \rightarrow 0.105 \text{ Ha}$$

- Cálculo del caudal máximo para la cuneta:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.60 * 157.17 * 0.105}{360}$$

$$Q = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{admisible al 10\%}} = 0,567 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{admisible}} > Q_{\text{máx}}$$

$$0.567 \text{ m}^3/\text{s} > 0,028 \text{ m}^3/\text{s}.$$

6.7.3.2 Cálculo y Diseño de alcantarillas.

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera.

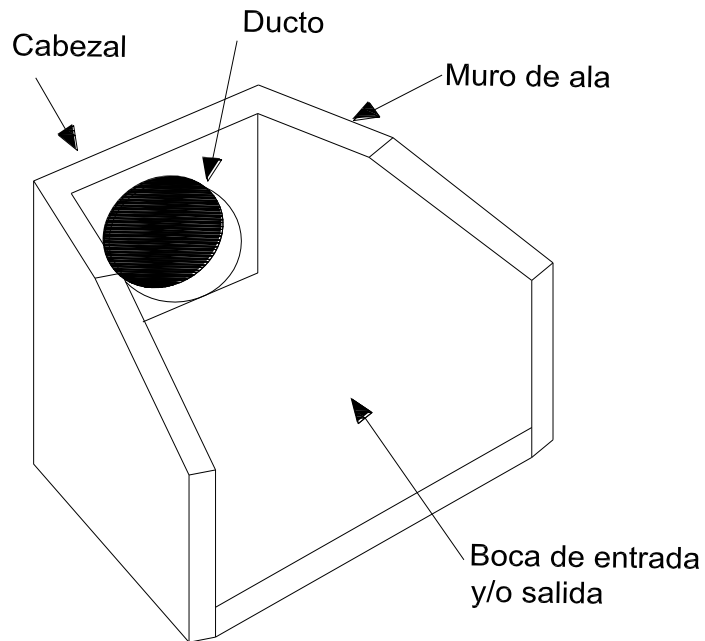
De acuerdo a las condiciones topográficas de la carretera, se pueden considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para coleccionar aguas provenientes de cunetas.

Características Generales.

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las

condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura. De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples.

Gráfico N° 17: Elementos de una alcantarilla.



Fuente: especificaciones del MTOP.

Localización.- La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección, la conservación de la estructura y el posible colapso del cuerpo de la carretera.

Las alcantarillas deberán instalarse o construirse, en lo posible, siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, facilitando de esta manera que el agua circule libremente sin interrupciones y reduciendo, al mínimo, los riesgos de erosión.

Pendiente.- La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura.

Profundidad de la tubería.- La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos, ocasionados por las cargas vivas y de impacto. En todo diseño de un sistema de drenaje pluvial, se deben respetar las profundidades mínimas ya establecidas.

La profundidad mínima se mide desde la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo, determinada de la siguiente manera utilizamos la siguiente fórmula:

$$B = \frac{0.183 * C * A^{3/4} * i}{100}$$

Donde:

B = Área libre en hectáreas.

A = Área de drenaje en hectáreas.

C = Coeficiente de escorrentía, el cual depende del contorno del terreno drenado, para nuestro proyecto tomamos valores entre C = 1 (Suelo rocoso y pendientes abruptas) y 2/3 (Terrenos quebrados con pendientes moderadas).

i = Intensidad de precipitación pluvial en mm-hora.

$$i = \frac{389}{tc^{0.49}}$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (tiempo necesario para que una partícula de agua de la parte más alejada de la zona de drenada, alcance la estructura de drenaje).

$$tc = \frac{L}{ve}$$

Donde:

L = Longitud de área drenada.

Ve = Velocidad de escurrimiento.

Comprobación para el diseño de las alcantarillas.

Diámetro propuesto para el diseño es de 1,50m.

$$tc = \frac{L}{ve}$$

$$tc = \frac{500}{15m/mim}$$

$$tc = 33.33min$$

Intensidad de precipitación pluvial.

$$i = \frac{389}{tc^{0.49}}$$

$$i = \frac{389}{33.33^{0.49}}$$

$$i = 69.78 mm/hora$$

Área.

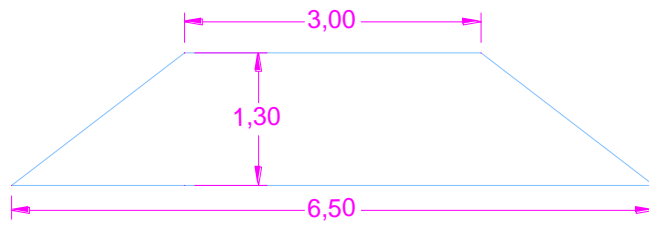
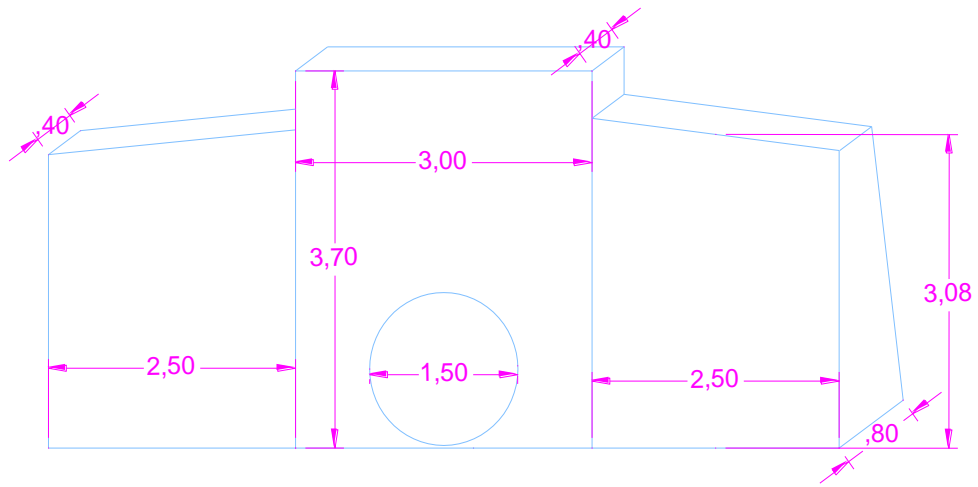
$$B = \frac{0.183 * C * A^{3/4} * i}{100}$$

$$1.50 = \frac{0.183 * 1 * A^{3/4} * 69.78}{100}$$

$$A = 26.70 Ha.$$

Con la tubería de 1.50 m de diámetro cumple con los parámetros para el drenaje de 26.70 Ha. Con cabezales de hormigón simple de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

Alcantarilla y cabezal de entrada y salida.



6.7.4 Presupuesto referencial.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
PROYECTO: El diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda – Julio Moreno mejorará la circulación vehicular.					
UBICACIÓN: Parroquia Julio Moreno - cantón Guaranda - provincia Bolívar					
FECHA: Marzo del 2014					
P R E S U P U E S T O					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Desbroce y limpieza	Ha	12,25	147,20	1.803,20
2	Replanteo y nivelación a nivel de asfalto	M	6.123,68	0,58	3.551,73
3	Excavación sin clasificar	M3	48.333,34	1,85	89.416,68
4	Tubería PVC alcant. D=60 CM, INC. excav. y relleno	ML	110,00	220,83	24.291,30
5	Tubería acero corrugado D=1.50M,e=2.5 mm, inc. exc.	ML	10,00	588,09	5.880,90
6	H. Simple f'c=180 Kg/cm2 para cunetas inc. encof.	ML	12.248,00	28,49	348.945,52
7	Cabezales de H.S. f'c=180kg/cm2 (muros) inc. encof.	M3	155,46	182,36	28.349,69
8	Material de base granular inc. transporte e=12 cm	M3	4.995,78	18,81	93.970,62
9	Hormigón asfáltico en caliente e= 5 cm	M2	38.046,00	8,90	338.609,40
10	Señalización horizontal 12 cm	KM	18,37	1.287,42	23.649,91
11	Señales verticales	UND	14,00	81,72	1.144,08
				TOTAL =	959.613,03

6.7.5 Cronograma valorado de trabajos.

ITEM	RUBRO	UND	CANT.	PRECIO UNIT. (US \$)	PRECIO TOTAL (US \$)	TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS (EN MESES Y SEMANAS)																							
						PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES				CUARTO MES				QUINTO MES				SEXTO MES			
						1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem	8 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem	8 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem	8 sem
	PRELIMINARES Y PISO																												
1	Desbroce y limpieza.	Ha	12,25	147,20	1.803,20	450,80	450,80	450,80	450,80																				
2	Replanteo y nivelación a nivel de asfalto.	m	6.123,68	0,58	3.551,73									355,17	355,17	355,17	355,17	355,17	355,17	355,17	355,17	355,17	355,17						
3	Excavación sin clasificar.	m3	48.333,34	1,85	89.416,68	13.412,50	13.412,50	8.941,67	8.941,67	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83	4.470,83										
4	Tubería pvc alcantarilla d=60cm; inc. excav. y relleno.	m	110,00	220,83	24.291,30			3.643,70	3.643,70	3.643,70	3.643,70	3.643,70	3.643,70	2.429,13															
5	Tubería de acero corrugado d=1.50 m, e=2.5 mm; inc. excav. y relleno.	m	10,00	588,09	5.880,90									2.940,45	2.940,45														
6	Hormigón simple f'c=180 kg/cm² para cunetas; inc. encofrado.	m	12.248,00	28,49	348.945,52													34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55	34.894,55		
7	Cabezales de hormigón simple f'c=180 kg/cm² (muros) inc. encof.	m3	155,46	182,36	28.349,69			2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97	2.834,97												
8	Material de base granular inc. transporte; e= 12 cm.	m3	4.995,78	18,81	93.970,62									11.746,33	11.746,33	11.746,33	11.746,33	11.746,33	11.746,33	11.746,33	11.746,33								
9	Hormigón asfáltico en caliente e= 5 cm.	m2	38.046,00	8,90	338.609,40																	42.326,18	42.326,18	42.326,18	42.326,18	42.326,18	42.326,18	42.326,18	42.326,18
10	Señalización horizontal ancho 12 cm.	KM	18,37	1.287,42	23.649,91																					5.912,48	5.912,48	5.912,48	5.912,48
11	Señales verticales	und	14,00	81,72	1.144,08		1.144,08																						
PROGRAMADO					959.613,03																								
INVERSIÓN SEMANAL (US \$)						13.863,30	15.007,38	15.871,13	15.871,13	10.949,50	10.949,50	10.949,50	10.949,50	21.836,43	22.347,75	22.347,75	19.407,30	51.466,89	51.466,89	46.996,05	46.996,05	77.575,90	77.575,90	77.220,73	77.220,73	83.133,20	83.133,20	48.238,65	48.238,65
INVERSIÓN MENSUAL (US \$)						60.612,90				43.798,00				85.939,20				196.925,90				309.593,30				262.743,70			
AVANCE PARCIAL EN %						6,32%				4,56%				8,96%				20,52%				32,26%				27,38%			
INVERSIÓN ACUMULADA(US\$)						60.612,90				104.410,90				190.350,10				387.276,00				696.869,30				959.613,03			
AVANCE ACUMULADO EN %						6,32%				10,88%				19,84%				40,36%				72,62%				100,00%			

6.8 ADMINISTRACIÓN.

El gobierno autónomo descentralizado de la provincia Bolívar con el fin de mejorar la red vial, debe asignar los recursos suficientes para realizar estudios y mejoramientos en las vías, para así servir a la provincia, parroquia, comunidad y al país, ya que las vías de comunicación es el mejor medio para el progreso de la parroquia y la provincia en sí.

Esto deberá estar a cargo del personal técnico para establecer un desarrollo mutuo en los recursos establecidos.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Para la determinación de los rubros, unidades de medida para el presupuesto se basan en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MOP – 001 – F – 2002.

1. Desbroce, desbosque y limpieza.

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarasca. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse. El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que

de resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de desbroce, desbosque y limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Medidas y pago:

La cantidad a pagarse por el desbroce, desbosque y limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos.

2. Excavación sin Clasificación.-

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

Medidas y pago:

La excavación sin clasificar sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m³), determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador.

3. Replanteo y nivelación

Este rubro comprende al suministro de materiales, uso de herramientas, equipo personal y mano de obra necesarios para la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a las indicaciones en los planos respectivos, como paso previo a la construcción. Se entenderá por replanteo todos los trabajos topográficos necesarios para delinear en el terreno las alineaciones y niveles que permitan una adecuada ejecución de los trabajos.

La Fiscalización entregará al Contratista puntos de referencia de nivel (RN) que servirán de base para el replanteo y otras referencias para el trazado y orientación de los ejes de las obras. La ubicación de las obras se realizará con alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción.

Para las referencias topográficas el contratista tendrá que colocar mojones de hormigón o madera perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo. Para realizar estos trabajos el Contratista deberá contar con equipos topográficos de precisión y calidad, así como con el personal especializado y con experiencia en este tipo de trabajo.

El contratista someterá a la aprobación de la Fiscalización los trazos, niveles y replanteos ejecutados, antes de iniciar los trabajos. El fiscalizador verificará estos trabajos y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropriamente ubicada. Los mojones de referencia serán mantenidos en su lugar hasta la conclusión de las obras y formaran parte de la obra a entregarse al Contratante.

Medidas y pago:

El replanteo tendrá un valor de acuerdo al desglose del precio unitario en Kilómetros.

4. Alcantarillas de tubo PVC.-

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas y otros conductos de tubería de PVC, de las clases, tamaños y dimensiones estipulados en los documentos contractuales. Serán instalados en los lugares señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos y pendientes indicados.

Los tubos de PVC deberán ser de sección circular y fabricados según la NORMA NTE INEN 2059 primera revisión.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales, uniones, juntas, conexiones, tomas y muros terminales, necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Materiales: El tubo de PVC y los materiales para su instalación deberán satisfacer los requerimientos de la sección 820*.

Excavación y relleno: La excavación y relleno deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en este numeral, en los planos, en los manuales de instalación proporcionados por el fabricante de la tubería.

Dependiendo de la estabilidad del suelo y de la profundidad a la que se debe instalar la tubería, la zanja deberá ser lo suficientemente ancha para permitir a los instaladores trabajar en condiciones de seguridad. A criterio del Fiscalizador y siguiendo las recomendaciones del fabricante se tomarán precauciones para asegurar la estabilidad de las paredes de la zanja. A partir de 2,50 m de profundidad, independientemente de la estabilidad del suelo y de la forma de la zanja, se recomienda utilizar apuntalamiento.

La tubería deberá ser instalada en una zanja excavada con alineación y pendiente indicadas en los planos o establecidas por el Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser conformado por una capa de espesor mínimo 10 cm, de material granular libre de piedras y compactado de tal manera que provea una base sólida y uniforme a todo lo largo del tubo.

Si hay presencia de agua en el fondo de la zanja, se ha de mantener un drenaje de esta mediante bombeo de un pozo provisional, y se colocará a manera de filtro una capa de piedra o grava con un espesor de 15 cm. Sobre esta capa se colocará posteriormente el encamado.

El relleno de la zanja debe seguir a la colocación de la tubería tan pronto como sea posible, para evitar el riesgo de que la tubería sufra algún daño.

Se debe proceder al relleno compactado en capas de 15 cm, iniciando por los costados de la tubería de manera alternada a cada lado del tubo para evitar

ovalamiento. Se debe utilizar para ello material granular fino o material de excavación, si este es de buena calidad, retirando el material grueso mayor a 5 cm.

La compactación se hará manualmente y no será menor al 95% de la densidad máxima de laboratorio, en la compactación de cada capa.

Este tipo de relleno se continuará hasta una altura no menor de 40 cm sobre la corona del tubo en capas de 20 cm cada una.

Debe controlarse la deformación del tubo conforme avanza el proceso de relleno y compactación, la misma que no deberá en ningún caso exceder el valor máximo permitido.

En lugares donde la tubería deba instalarse en un terraplén nuevo y de no ser autorizado otro procedimiento, se procederá a la construcción previa del terraplén hasta la altura señalada y luego se excavará la zanja para la colocación de la tubería.

Medidas y pago:

Estos precios y pago se los realizara en metro lineal, constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, acople y comprobación de la tubería, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No se realizará ningún pago por el agua utilizada para las pruebas de permeabilidad de la tubería.

5. Alcantarilla de tubo de metal corrugado.

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero o de aluminio, según se estipule en los documentos contractuales, y deberán cumplir los requerimientos previstos.

Colocación de tubos.- Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapeo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.

Muros de cabezal.- De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

Medidas y pago:

Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

6. Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de hormigón simple fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas de hormigón simple deberán ser las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Fiscalizador.

Todos los materiales de relleno requeridos para el adecuado soporte de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales, según lo establezcan los documentos del proyecto o la Fiscalización.

El hormigón para la construcción de las cunetas revestidas, será de tipo E. “Hormigón estructural” de $f'c$ mínimo igual a 180 kg/cm^2 . El Constructor deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos del proyecto o establecidas por el Fiscalizador.

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad podrán incluir la excavación, cargue, transporte y disposición en sitios aprobados de los materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, a juicio del Fiscalizador, para obtener la sección típica prevista.

Cuando el terreno natural sobre el cual se vaya a colocar o construir la cuneta no cumpla la condición de suelo tolerable, será necesario colocar una capa de suelo seleccionado, mínimo de diez centímetros (10cm), convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho constituido para la cuneta

en tierra. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón y, en ningún caso será superior a ocho (8) días.

Durante la construcción de cunetas fundidas en el lugar, se deberán dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de tres metros (3 m) y con la abertura que indiquen los planos u ordene el Fiscalizador. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta. En las uniones de las cunetas con las cajas de entrada de las alcantarillas se ejecutarán juntas de dilatación, cuyo espesor estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 - 20 mm).

Medidas y pago:

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Fiscalizador.

7. Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cabezales de entrada y salida

De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito el Fiscalizador.

El hormigón deberá tener una resistencia máxima a la compresión a los 28 días de edad de 180 kg/cm^2 . El hormigón, en las distintas resistencias, incluye el suministro, puesta en obra, terminado y curado en muros, sumideros, tomas y otras estructuras. La ejecución de este rubro incluye el suministro de materiales, mano de obra y equipos, así como la preparación, transporte, colocación, acabado, curado y mantenimiento del hormigón.

El hormigón estará compuesto básicamente de cemento Pórtland Tipo IP o Tipo II, agua, agregados finos, agregados gruesos y aditivos. El Contratista debe

cumplir con los requisitos de calidad exigidos en estas especificaciones para los elementos componentes.

Para el control de calidad, el Contratista facilitará a la Fiscalización el acceso a los sitios de acopio, instalaciones y obras, sin restricción alguna. Este control no relevará al Contratista de su responsabilidad en el cumplimiento de las normas de calidad estipuladas.

El diseño del hormigón será realizado por el Contratista y será aprobado por la Fiscalización.

El Contratista asume toda la responsabilidad sobre su correcta ejecución. La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad del hormigón en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentran durante la construcción.

Los cambios de las dosificaciones, ordenados por la Fiscalización, no implicarán pago adicional alguno sobre los precios propuestos por el Contratista en la Tabla de Cantidades y Precios para los diferentes tipos de hormigón a emplearse.

La dosificación experimental del hormigón será efectuada por cualquier método que correlacione resistencia - durabilidad y relación agua/cemento, teniendo en cuenta la trabajabilidad especificada para cada caso.

Para iniciar la colocación de un hormigón el Contratista solicitará la autorización de la Fiscalización por lo menos con 24 horas de anticipación. No se colocará hormigón sin la previa inspección y aprobación de la Fiscalización del método a usarse para su colocación, de los encofrados y elementos empotrados según los planos y estas especificaciones.

Para iniciar la colocación de un hormigón, el Contratista debe disponer en el sitio de todo el equipo necesario. El hormigón será colocado en capas continuas hasta alcanzar el espesor indicado en los planos.

El hormigón será depositado lo más cerca posible a su posición final, evitando la segregación de sus componentes y debe cubrir a todas las armaduras y piezas empotradas, así como todos los ángulos y partes irregulares de los encofrados y de las cimentaciones. La descarga debe estar regulada de tal forma que se obtenga subcapas horizontales compactas de no más de 40cm. de espesor y con un mínimo de transporte lateral.

La Fiscalización podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar el derrocamiento de una estructura y rehacerla, a expensas del Contratista, cuando se hayan excedido los límites tolerables.

Las estructuras, una vez removido el encofrado o la obra falsa, deberán representar las líneas y cotas señaladas. Los elementos estructurales tendrán las dimensiones, forma y alineamiento indicados en los planos.

Medidas y pago:

Los volúmenes de hormigón a pagarse serán medidos en metros cúbicos (m³) de conformidad con estas especificaciones y pagados a los respectivos precios contractuales, según su tipo y resistencia.

8. Base se agregados.

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. 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 sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Materiales.- Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse. La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla mostrada. El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

- Clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

- Clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos.

Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

- Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada.	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm)	100	–
1 ½" (38.10 mm)	70 – 100	100
1" (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100
¾" (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90
3/8" (9.5 mm)	35 – 60	45 – 75
Nº 4 (4.76 mm)	25 – 50	30 – 60
Nº 10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50
Nº 40 (0.425mm)	10 – 25	10 – 25
Nº 200 (0.075 mm)	2 – 12	2 – 12

Fuente: MOP - 001-F 2002

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Medidas y pago:

La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

9. Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta.-

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Materiales El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60 - 70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfáltico 85 – 100. Para vías o carriles especiales donde se espere el paso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2.

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Las mezclas asfálticas a emplearse en capas de rodadura para vías de tráfico pesado y muy pesado deberán cumplir que la relación entre el porcentaje en peso del agregado pasante del tamiz INEN 75micrones y el contenido de asfalto en

porcentaje en peso del total de la mezcla (relación filler/betún), sea mayor o igual a 0,8 y nunca superior a 1,2. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1.

En el contrato se determinará el tipo y graduación de los agregados, de acuerdo con las condiciones de empleo y utilización que se previene para la carpeta asfáltica.

Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal. Una vez cargada, la mezcla deberá ser protegida con una cubierta de lona, para evitar pérdida de calor y contaminación con polvo u otras impurezas del ambiente.

Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuada mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Las terminadoras estarán provistas de una tolva delantera de suficiente capacidad para recibir la mezcla del camión de volteo; trasladará la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para repartirla uniformemente en todo el ancho, que deberá ser regulable. Dispondrá también de una plancha enrasadora vibrante para igualar y apisonar la mezcla; esta plancha podrá ser fijada en diferentes alturas y pendientes para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora deberá efectuarse cuidadosamente, en tal forma de impedir que los camiones golpeen la máquina y causen movimientos bruscos que puedan afectar a la calidad de la superficie terminada.

Para completar la distribución en secciones irregulares, así como para corregir algún pequeño defecto de la superficie, especialmente en los bordes, se usarán rastrillos manuales de metal y madera que deberán ser provistos por el Contratista.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario de rodillos dependerá de la superficie y espesor de la mezcla que deberá compactarse, mientras se halla en condiciones trabajables.

Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tandem entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y una presión de inflado convenientes para el espesor de la carpeta. Como mínimo, para carpetas de 5 cm. de espesor compactado, tendrán 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm².

Ensayos y Tolerancias.- Los agregados deberán cumplir los requisitos de calidad, cuyas pruebas están determinadas en la subsección 811-2. La granulometría será comprobada mediante el ensayo INEN 696, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la mezcla preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en el numeral 405-5.05.1, dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2" (12.5 mm.) y mayores:
±8%.

- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8" (9.5 mm.) y N° 4 (4.75 mm.): $\pm 7\%$.
- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 8 (2.36 mm.) y N° 16 (1.18 mm.): $\pm 6\%$.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices N° 30 (0.60 mm.) y N° 50 (0.30 mm.): $\pm 5\%$.
- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 100 (0.15 mm.): $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 200 (0.075 mm.): $\pm 3\%$
- g) Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0.3\%$
- h) Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
- i) Temperatura de la mezcla al colocarla en el sitio: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

El espesor de la capa terminada de hormigón asfáltico no deberá variar en más de 6 mm. de lo especificado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores medidos, en ningún caso será menor que el espesor establecido en el contrato.

Las cotas de la superficie terminada no deberán variar en más de un centímetro de las cotas establecidas en los planos. La pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y lisa, y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6 mm. con el perfil establecido.

Concluida la compactación de la carpeta asfáltica, el Fiscalizador deberá comprobar los espesores, la densidad de la mezcla y su composición, a intervalos de 500 a 800 metros lineales en sitios elegidos al azar, a los lados del eje del camino, mediante extracción de muestras. El contratista deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago adicional por este trabajo.

Compactación. La mejor temperatura para empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima

temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Con la compactación inicial deberá alcanzarse casi la totalidad de la densidad en obra y la misma se realizará con rodillos lisos de ruedas de acero vibratorios, continuándose con compactadores de neumáticos con presión elevada. Con la compactación intermedia se sigue densificando la mezcla antes que la misma se enfríe por debajo de 85 °C y se va sellando la superficie.

Medidas y pago.-.

La cantidad a pagarse por el suministro de los agregados y el asfalto será metro cuadrado efectivamente ejecutado y aceptado por el fiscalizador, medido en sitio después de la compactación.

10. Marcas permanentes del pavimento.-

Marcas de Pinturas.- Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas.

Medidas y pagos:

Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección. Estos serán metro lineal, kilómetro.

Bibliografía

1. Especificaciones y disposiciones generales para la construcción de caminos y puentes, MOP - 001-F 2002.
2. Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003.
3. AZANZA Mario, Estudios de ingeniería consultor.
4. Guía para el diseño de pavimentos flexibles, AASHTO 93.
5. PASTUÑA Oscar (2010) “Análisis de la vía Pacayacu – Juan Cobo – Los Laureles del Cantón La Maná y su relación en el desarrollo socioeconómico de los recintos”. Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
6. RAMOS Jorge (2009) “Estudio para el mejoramiento de la capa de rodadura de la vía Picaihua – Sigsipamba, para facilitar el tráfico vehicular” Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
7. CAIZA Ángel, (2011) “Análisis de la capa de rodadura de la vía Lligo – Tahuaicha– San Jorge del cantón Patate y su relación en la calidad de vida de los habitantes del sector” Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato,
8. www.gobiernodebolivar.gob.ec/
9. INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
10. PÉREZ Lorena, Apuntes de Suelos I, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, (2009).
11. ALULEMA Israel, Apuntes de Diseño Geométrico de Vías. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, (2010).

12. MOREIRA, Frisón (2010), Apuntes de mecánica de suelos II, pavimentos.
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato,
13. James Cárdenas Grisales Diseño Geométrico de carreteras, (2002).
14. Nicholas J. Garber/Lester A. Hoel, Ingeniería de tránsito y carreteras,
(2005).

ANEXOS

Anexo N° 1

Encuestas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Formulario para confirmar el estado de la vía Guaranda - Julio Moreno Cantón Guaranda, Provincia Bolívar.

Las presentes preguntas son de vital importancia para realizar un estudio técnico y presentar propuestas de mejoras para el cantón, razón por la cual se solicita responder con la verdad.

1. ¿El tipo de vía que llega a su parroquia en qué condiciones está?

Bueno Malo Muy malo Regular

2. ¿El tipo de la vía existente abastece para el transporte de sus productos?

Sí No

3. ¿En qué medida mejoraría su salud con una vía asfaltada?

Mucho Poco Nada

4. ¿Qué beneficios obtendrá su parroquia con una vía asfaltada?

Económica-Social Ninguna

5. ¿Cómo sería su colaboración en el sistema vial propuesto?

Mano de obra Alimentación Ninguno

6. ¿Las autoridades del sector se preocupa en ayudar a gestionar para el mejoramiento del sistema vial?

Si No

7. ¿Los productos que Uds. transportan por la vía actual llegan en buena calidad?

Si No

8. ¿Cree Ud. que mejorando esta vía mejorará la afluencia de turistas?

Si No

9. ¿Mejorando la vía de acceso mejoraría el tiempo de salida hacia la ciudad de Guaranda?

Si No

Gracias por su colaboración

Anexo N° 2

Archivo Fotográfico



Condición de la vía de Ingreso a la Parroquia Julio Moreno



Calicata para la extracción del suelo



Ensayo de penetración

Anexo N° 3

Inventario vial

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO.							
Fecha: Lunes 25 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C-2-P	C-2-G	C - 3		
07h00-07h15	2	1	1	0	0	4	
07h15-07h30	1	0	0	0	0	1	
07h30-07h45	1	0	0	0	0	1	
07h45-08h00	0	0	0	0	0	0	6
08h00-08h15	0	0	0	1	0	1	3
08h15-08h30	2	0	0	0	0	2	4
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	3
08h45-09h00	1	0	0	0	1	2	5
09h00-09h15	0	0	0	0	0	0	4
09h15-09h30	1	0	0	0	0	1	3
09h30-09h45	1	0	0	0	0	1	4
09h45-10h00	0	0	0	0	0	0	2
10h00-10h15	1	0	0	0	0	1	3
10h15-10h30	0	0	0	1	0	1	3
10h30-10h45	1	0	0	0	0	1	3
10h45-11h00	1	0	0	0	0	1	4
11h00-11h15	1	0	1	0	1	3	6
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	5
11h30-11h45	0	0	0	0	0	0	4
11h45-12h00	1	1	0	0	0	2	5
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	2
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	2
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	2
12h45-13h00	2	0	0	0	0	2	2
13h00-13h15	1	0	0	0	0	1	3
13h15-13h30	1	0	0	0	1	2	5
13h30-13h45	0	0	0	0	0	0	5
13h45-14h00	1	0	0	0	0	1	4
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	3
14h15-14h30	1	0	0	0	0	1	2
14h30-14h45	0	0	0	0	1	1	3
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	2
15h00-15h15	1	0	0	0	0	1	3
15h15-15h30	0	0	0	0	0	0	2
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	2
15h45-16h00	0	1	0	0	0	1	3
16h00-16h15	1	0	1	0	0	2	4
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	4
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	4
16h45-17h00	1	0	0	0	0	1	4
	25	3	3	2	4	37	

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO.							
Fecha: Martes 26 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C-2-P	C-2-G	C - 3		
07h00-07h15	2	1	1	0	0	4	
07h15-07h30	1	0	0	1	0	2	
07h30-07h45	0	0	0	0	0	0	
07h45-08h00	1	0	0	0	0	1	7
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	3
08h15-08h30	1	0	0	0	0	1	2
08h30-08h45	2	0	0	0	0	2	4
08h45-09h00	1	0	0	0	1	2	5
09h00-09h15	0	0	0	0	0	0	5
09h15-09h30	1	0	0	0	0	1	5
09h30-09h45	1	0	0	0	0	1	4
09h45-10h00	2	0	0	0	0	2	4
10h00-10h15	1	0	0	0	0	1	5
10h15-10h30	2	0	0	0	0	2	6
10h30-10h45	1	0	0	0	0	1	6
10h45-11h00	1	0	0	0	0	1	5
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	4
11h15-11h30	1	0	0	0	0	1	3
11h30-11h45	0	0	0	0	0	0	2
11h45-12h00	0	1	1	0	0	2	3
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	3
12h15-12h30	1	0	0	0	0	1	3
12h30-12h45	1	0	0	0	0	1	4
12h45-13h00	2	0	0	0	0	2	4
13h00-13h15	1	0	0	0	0	1	5
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	4
13h30-13h45	1	0	0	0	0	1	4
13h45-14h00	1	0	0	0	0	1	3
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	2
14h15-14h30	1	0	0	0	1	2	4
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	3
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	2
15h00-15h15	0	0	0	1	0	1	3
15h15-15h30	0	0	0	0	0	0	1
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	2
15h45-16h00	0	1	0	0	0	1	3
16h00-16h15	0	0	1	0	0	1	3
16h15-16h30	1	0	0	0	0	1	4
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	3
16h45-17h00	1	0	0	0	0	1	3
	29	3	3	2	2	39	

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Miércoles 27 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C-2-P	C-2-G	C - 3		
07h00-07h15	2	1	0	0	0	3	
07h15-07h30	2	0	0	1	0	3	
07h30-07h45	0	0	1	0	1	2	
07h45-08h00	1	0	0	0	0	1	9
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	6
08h15-08h30	1	0	1	0	0	2	5
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	3
08h45-09h00	1	0	0	0	0	1	3
09h00-09h15	0	0	0	0	0	0	3
09h15-09h30	1	0	0	0	0	1	2
09h30-09h45	1	0	0	0	0	1	3
09h45-10h00	2	0	0	0	0	2	4
10h00-10h15	1	0	0	0	0	1	5
10h15-10h30	2	0	0	0	0	2	6
10h30-10h45	2	0	0	0	1	3	8
10h45-11h00	2	0	1	0	0	3	9
11h00-11h15	1	0	1	0	0	2	10
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	8
11h30-11h45	2	0	0	0	0	2	7
11h45-12h00	0	1	0	0	1	2	6
12h00-12h15	0	0	1	0	0	1	5
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	5
12h30-12h45	1	0	0	1	0	2	5
12h45-13h00	2	0	0	0	0	2	5
13h00-13h15	1	0	0	0	0	1	5
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	5
13h30-13h45	2	0	0	0	0	2	5
13h45-14h00	1	0	0	0	0	1	4
14h00-14h15	1	0	1	0	0	2	5
14h15-14h30	0	0	0	0	0	0	5
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	3
14h45-15h00	1	0	0	0	0	1	3
15h00-15h15	0	0	0	0	1	1	2
15h15-15h30	0	1	0	0	0	1	3
15h30-15h45	1	0	0	1	0	2	5
15h45-16h00	0	0	1	0	0	1	5
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	4
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	3
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	2
16h45-17h00	1	0	0	0	0	1	2
	33	3	7	3	4	50	

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Jueves 28 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C - 2P	C - 2G	C - 3		
07h00-07h15	2	1	0	0	0	3	
07h15-07h30	2	0	0	0	1	3	
07h30-07h45	0	0	0	0	0	0	
07h45-08h00	0	0	0	0	0	0	6
08h00-08h15	1	0	0	0	0	1	4
08h15-08h30	0	0	0	0	0	0	1
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	1
08h45-09h00	1	0	0	0	0	1	2
09h00-09h15	0	0	0	0	0	0	1
09h15-09h30	0	0	1	0	1	2	3
09h30-09h45	1	0	0	0	0	1	4
09h45-10h00	0	0	0	0	0	0	3
10h00-10h15	1	0	0	0	0	1	4
10h15-10h30	0	0	0	1	0	1	3
10h30-10h45	1	0	0	0	0	1	3
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	3
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	2
11h15-11h30	1	0	0	0	0	1	2
11h30-11h45	1	0	0	0	0	1	2
11h45-12h00	0	1	0	0	0	1	3
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	3
12h15-12h30	1	0	0	0	0	1	3
12h30-12h45	1	0	0	0	0	1	3
12h45-13h00	1	0	0	0	0	1	3
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	3
13h15-13h30	1	0	0	0	0	1	3
13h30-13h45	1	0	0	0	0	1	3
13h45-14h00	1	0	0	0	0	1	3
14h00-14h15	0	0	1	0	0	1	4
14h15-14h30	1	0	0	0	1	2	5
14h30-14h45	1	0	0	0	0	1	5
14h45-15h00	1	0	0	0	0	1	5
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	4
15h15-15h30	0	1	0	0	0	1	3
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	3
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	2
16h00-16h15	1	0	0	0	0	1	3
16h15-16h30	1	0	0	0	0	1	3
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	3
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL	24	3	2	1	3	33	

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Viernes 01 de Marzo del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C - 2P	C - 2G	C - 3		
07h00-07h15	2	1	0	0	1	4	
07h15-07h30	0	0	0	0	0	0	
07h30-07h45	1	0	0	1	0	2	
07h45-08h00	0	0	1	0	0	1	7
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	3
08h15-08h30	1	0	0	0	0	1	4
08h30-08h45	1	0	1	0	0	2	4
08h45-09h00	1	0	0	0	0	1	4
09h00-09h15	1	0	1	0	0	2	6
09h15-09h30	2	0	0	0	0	2	7
09h30-09h45	0	0	0	0	0	0	5
09h45-10h00	1	0	0	1	0	2	6
10h00-10h15	0	0	0	0	1	1	5
10h15-10h30	0	0	1	0	0	1	4
10h30-10h45	2	0	0	1	0	3	7
10h45-11h00	1	0	0	0	0	1	6
11h00-11h15	0	0	1	0	0	1	6
11h15-11h30	0	0	0	0	1	1	6
11h30-11h45	2	0	0	0	0	2	5
11h45-12h00	1	1	0	0	0	2	6
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	5
12h15-12h30	1	0	1	0	0	2	6
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	4
12h45-13h00	3	0	0	0	0	3	5
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	5
13h15-13h30	2	0	0	0	0	2	5
13h30-13h45	1	0	0	0	0	1	6
13h45-14h00	0	0	0	0	0	0	3
14h00-14h15	1	0	0	0	0	1	4
14h15-14h30	1	0	0	1	0	2	4
14h30-14h45	0	0	0	0	1	1	4
14h45-15h00	1	0	1	0	0	2	6
15h00-15h15	2	0	0	0	0	2	7
15h15-15h30	2	0	0	0	0	2	7
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	7
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	5
16h00-16h15	0	1	1	0	0	2	5
16h15-16h30	1	0	0	0	0	1	4
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	4
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL	33	3	8	4	4	52	

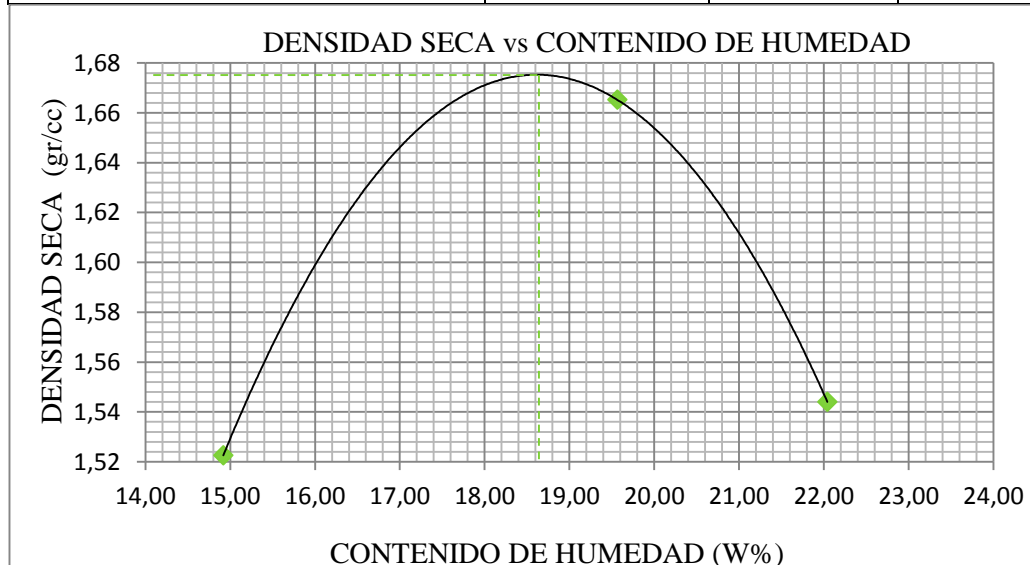
INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Sábado 02 de Febrero del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				
			C-2P	C-2G	C-3		
07h00-07h15	2	1	0	0	0	3	
07h15-07h30	1	0	1	0	1	3	
07h30-07h45	2	0	0	0	0	2	
07h45-08h00	1	0	0	0	0	1	9
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	6
08h15-08h30	1	0	1	0	0	2	5
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	3
08h45-09h00	1	0	0	1	0	2	4
09h00-09h15	0	0	1	0	0	1	5
09h15-09h30	1	0	0	0	1	2	5
09h30-09h45	0	0	0	1	0	1	6
09h45-10h00	2	0	0	0	0	2	6
10h00-10h15	1	0	0	1	0	2	7
10h15-10h30	1	0	0	0	0	1	6
10h30-10h45	1	0	1	0	0	2	7
10h45-11h00	2	0	0	0	0	2	7
11h00-11h15	0	0	0	0	0	0	5
11h15-11h30	1	0	0	0	0	1	5
11h30-11h45	0	0	1	0	0	1	4
11h45-12h00	0	0	0	1	0	1	3
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	3
12h15-12h30	4	1	0	1	1	6	8
12h30-12h45	2	0	1	1	0	4	11
12h45-13h00	2	0	1	0	0	4	14
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	14
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	8
13h30-13h45	1	0	0	0	0	1	5
13h45-14h00	2	0	0	0	1	3	4
14h00-14h15	0	0	1	0	0	1	5
14h15-14h30	1	0	0	0	0	1	6
14h30-14h45	1	0	0	1	0	2	7
14h45-15h00	1	0	0	0	0	1	5
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	4
15h15-15h30	0	1	0	0	0	1	4
15h30-15h45	1	0	0	0	0	1	3
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	2
16h00-16h15	2	0	0	0	0	2	4
16h15-16h30	1	0	0	0	0	1	4
16h30-16h45	1	0	0	0	0	1	4
16h45-17h00	1	0	0	0	0	1	5
Total	37	3	8	7	4	59	

INVENTARIO DEL TRÁFICO EN LA HORA PICO							
Fecha: Domingo 03 de Marzo del 2013							
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
	LIVIANOS	BUS	CAMIONES				
			C - 2P	C - 2G	C - 3		
07h00-07h15	0	0	0	0	0	0	
07h15-07h30	1	0	0	0	0	1	
07h30-07h45	0	0	0	0	0	0	
07h45-08h00	1	0	0	0	0	1	2
08h00-08h15	0	0	0	0	0	0	2
08h15-08h30	0	0	0	0	0	0	1
08h30-08h45	0	0	0	0	0	0	1
08h45-09h00	1	0	0	0	0	1	1
09h00-09h15	0	0	1	0	0	1	2
09h15-09h30	1	0	0	0	0	1	3
09h30-09h45	0	0	0	0	0	0	3
09h45-10h00	0	0	0	0	0	0	2
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	1
10h15-10h30	0	0	0	1	0	1	1
10h30-10h45	1	0	0	0	0	1	2
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	2
11h00-11h15	1	0	0	0	0	1	3
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	2
11h30-11h45	0	0	0	0	0	0	1
11h45-12h00	0	1	0	0	0	1	2
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	1
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	1
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	1
12h45-13h00	1	0	0	0	0	1	1
13h00-13h15	1	0	0	0	0	1	2
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	2
13h30-13h45	0	0	0	0	0	0	2
13h45-14h00	0	0	0	0	0	0	1
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	0
14h15-14h30	1	0	0	0	0	1	1
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	1
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	1
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	1
15h15-15h30	0	0	0	0	0	0	0
15h30-15h45	2	0	0	0	0	2	2
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	2
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	2
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	2
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11	1	1	1	0	14	

Anexo N° 4

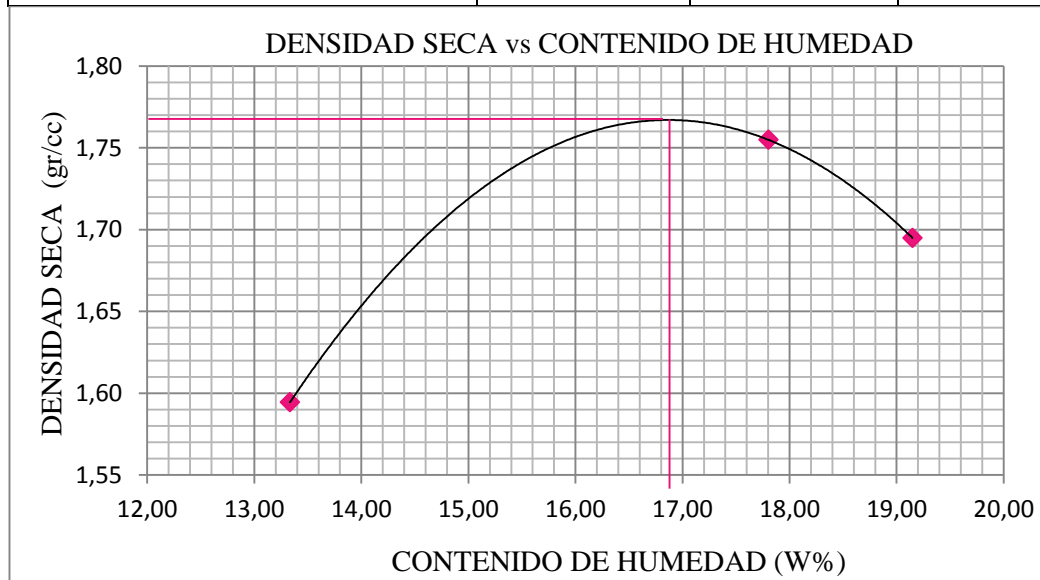
Estudio del suelos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 0 + 500		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	3	6
Peso de cilindro + suelo húmedo	11370.0	11854.0	11640.0
Masa del suelo húmedo	3508.0	3992.0	3778.0
Densidad húmeda del suelo	1.750	1.991	1.884
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	32.1	33.4	33.8
Peso de recipiente + muestra seca	29.4	29.8	29.7
Peso de agua	2.7	3.6	4.1
Peso de recipiente	11.3	11.4	11.1
Peso de muestra seca	18.1	18.4	18.6
Contenido de humedad %	14.92	19.57	22.04
Densidad seca del suelo	1.52	1.67	1.54



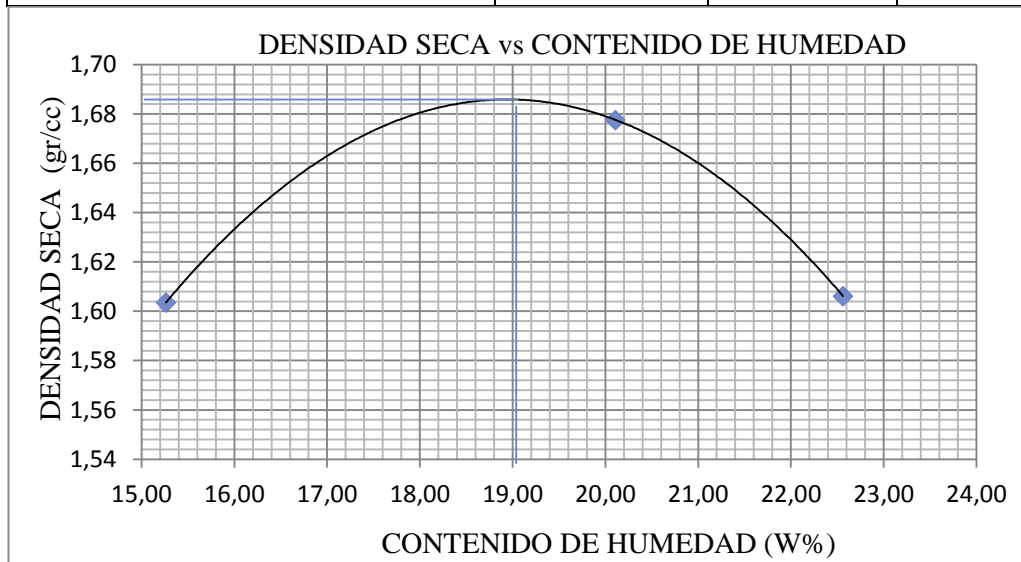
DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.674
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	18.60

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 1 + 500		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	3	6
Peso de cilindro + suelo húmedo	11485.0	12007.0	11911.0
Masa del suelo húmedo	3623.0	4145.0	4049.0
Densidad húmeda del suelo	1.807	2.067	2.019
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	31.8	34.1	33.8
Peso de recipiente + muestra seca	29.4	30.7	30.2
Peso de agua	2.4	3.4	3.6
Peso de recipiente	11.4	11.6	11.4
Peso de muestra seca	18	19.1	18.8
Contenido de humedad %	13.33	17.80	19.15
Densidad seca del suelo	1.59	1.75	1.69



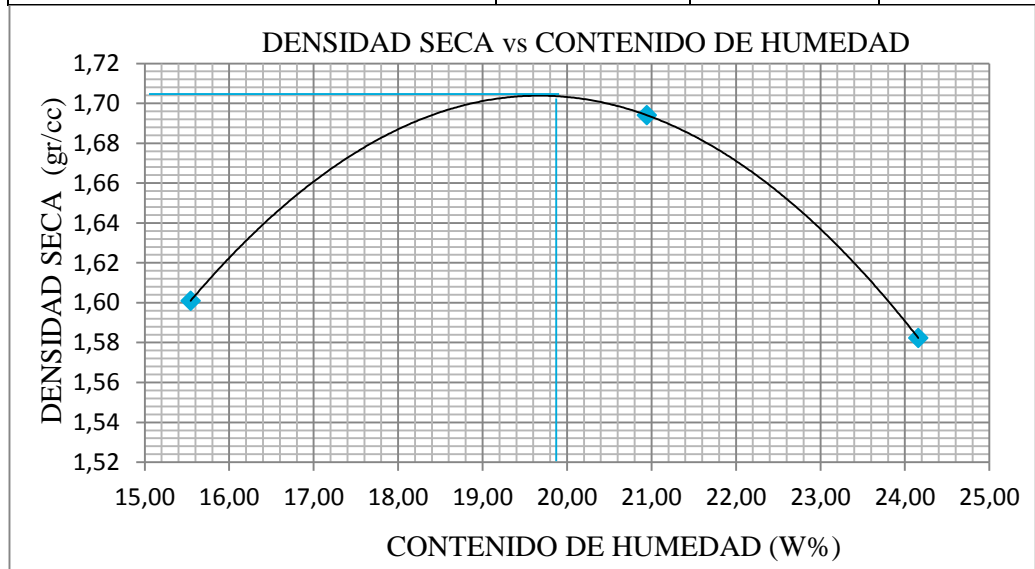
DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.760
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	16.85

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 2 + 500		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	3	6
Peso de cilindro + suelo húmedo	11568.0	11902.0	11809.0
Masa del suelo húmedo	3706.0	4040.0	3947.0
Densidad húmeda del suelo	1.848	2.015	1.969
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	33.3	33.9	31.2
Peso de recipiente + muestra seca	30.4	30.2	27.5
Peso de agua	2.9	3.7	3.7
Peso de recipiente	11.4	11.8	11.1
Peso de muestra seca	19	18.4	16.4
Contenido de humedad %	15.26	20.11	22.56
Densidad seca del suelo	1.60	1.68	1.61



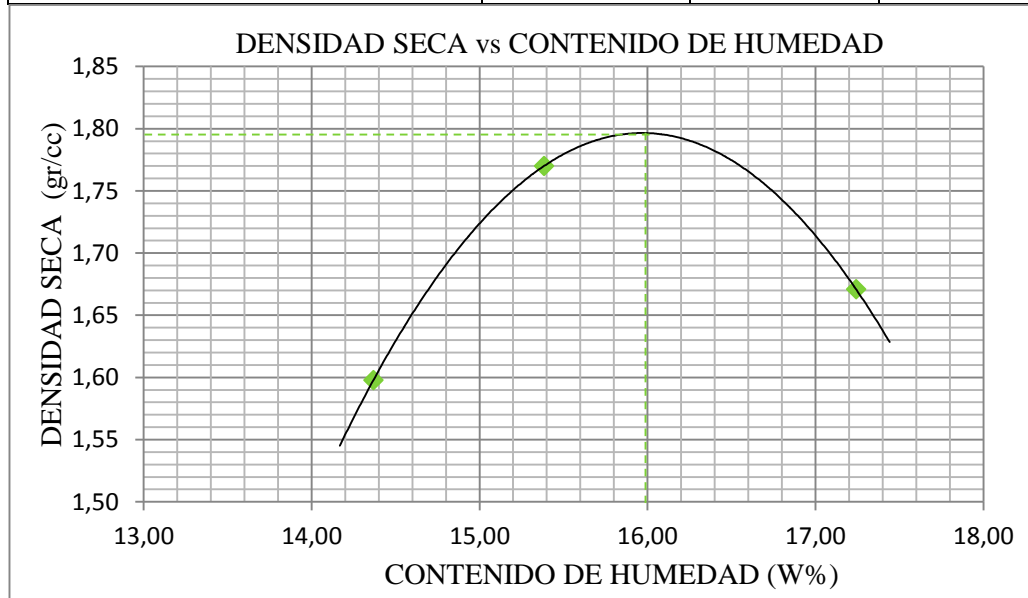
DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.682
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	19.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 3 + 500		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	3	6
Peso de cilindro + suelo húmedo	11571.0	11970.0	11801.0
Masa del suelo húmedo	3709.0	4108.0	3939.0
Densidad húmeda del suelo	1.850	2.049	1.965
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	33.7	34.9	33.2
Peso de recipiente + muestra seca	30.7	30.9	28.9
Peso de agua	3	4	4.3
Peso de recipiente	11.4	11.8	11.1
Peso de muestra seca	19.3	19.1	17.8
Contenido de humedad %	15.54	20.94	24.16
Densidad seca del suelo	1.60	1.69	1.58



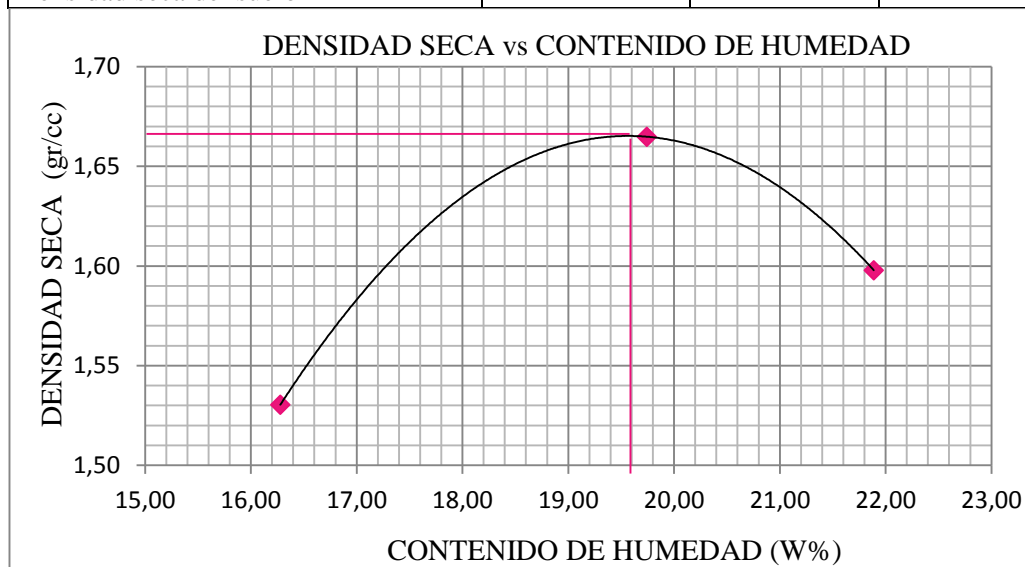
DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.701
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	19.80

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 4 + 500		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	4	8
Peso de cilindro + suelo húmedo	11526.0	11957.0	11790.0
Masa del suelo húmedo	3664.0	4095.0	3928.0
Densidad húmeda del suelo	1.827	2.042	1.959
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	29.9	29.6	28.8
Peso de recipiente + muestra seca	27.4	27.2	26.3
Peso de agua	2.5	2.4	2.5
Peso de recipiente	10	11.6	11.8
Peso de muestra seca	17.4	15.6	14.5
Contenido de humedad %	14.37	15.38	17.24
Densidad seca del suelo	1.60	1.77	1.67



DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.795
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	15.99

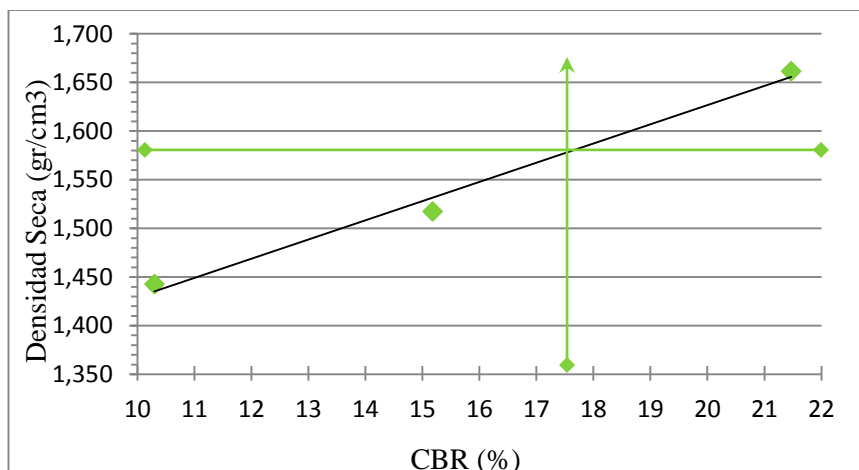
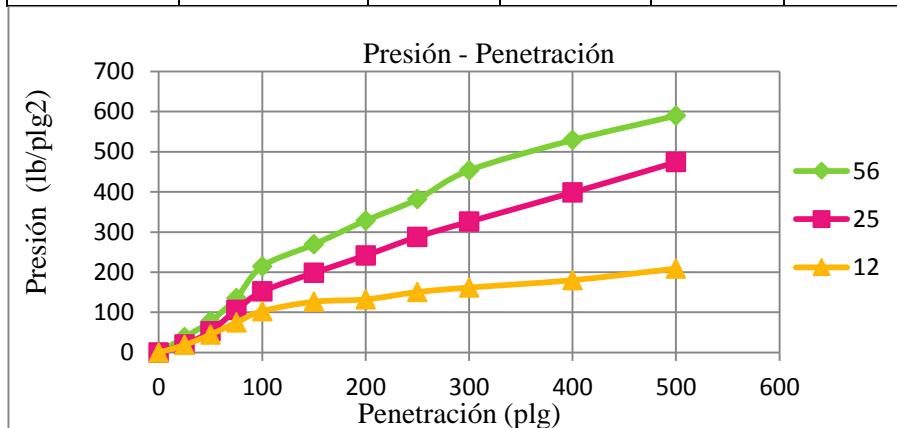
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
Proyecto: Parroquia Julio Moreno			
UBICACIÓN: km 6 + 000		Masa del martillo (lb): 10	
Peso del cilindro:	7862	Altura de caída del martillo: 18"	
Volumen del cilindro:	2005	# de capas: 5	
MÉTODO A.A.S.H.T.O. MODIFICADO		N° de golpes por capa: 25	
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN			
COMPACTACIÓN			
MUESTRA #	1	2	3
% de Humedad añadida al suelo	0	3	6
Peso de cilindro + suelo húmedo	11430.0	11859.0	11767.0
Masa del suelo húmedo	3568.0	3997.0	3905.0
Densidad húmeda del suelo	1.780	1.994	1.948
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de recipiente + muestra húmeda	36.4	39.1	39.8
Peso de recipiente + muestra seca	32.9	34.5	34.7
Peso de agua	3.5	4.6	5.1
Peso de recipiente	11.4	11.2	11.4
Peso de muestra seca	21.5	23.3	23.3
Contenido de humedad %	16.28	19.74	21.89
Densidad seca del suelo	1.53	1.66	1.60



DENSIDAD SECA (gr/cm ³) =	1.668
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	19.60

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 0 + 500			Peso del Molde: grs	
N° de capas: 5			Peso del Martillo: 10 lbs	
Volumen del molde:		2123		
MUESTRA 1				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	38.7	39.5	38.2
	Recipiente + peso húmedo	126.3	126.6	126.2
	Recipiente + peso seco	112.8	113.8	113.7
	Peso Agua	13.5	12.8	12.5
	Peso seco	74.1	74.3	75.5
	Contenido de Agua %	18.22	17.23	16.56
N° de molde		1	2	3
Molde + suelo húmedo		11200.0	10648.0	10426.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4288.0	3722.0	3561.0
Densidad húmeda		2.020	1.753	1.677
Densidad seca (gr/cm3)		1.709	1.496	1.439
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	32.7	31.10	31.3
	Recipiente + peso húmedo	122.80	123.9	120.30
	Recipiente + peso seco	103.1	103.6	100.80
	Agua	19.70	20.30	19.50
	Peso seco	70.4	72.5	69.5
	Contenido de Agua %	27.98	28.00	28.06
N° de molde		4	5	6
Molde + suelo húmedo		11300.0	11110.0	10798.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4388	4184	3933
Densidad húmeda		2.067	1.971	1.853
Densidad seca (gr/cm3)		1.615	1.540	1.447
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)		1.662	1.518	1.443
Agua absorbida %		9.76	10.77	11.50

ENSAYO DE CBR						
UBICACIÓN: km 0 +500						
Numero de golpes por capa		56	25		12	
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0.0	0.0		0.0		0.0	
25.0	38.1		19.9		18.8	
50.0	77.9		52.7		44.5	
75.0	135.6		105.8		74.7	
100.0	214.7	21.5	151.8	15.2	103.0	10.3
150.0	269.2		198.3		126.4	
200.0	328.4		241.7		132.3	
250.0	381.6		287.9		150.5	
300.0	453.5		325.7		161.7	
400.0	528.9		398.3		180.2	
500.0	589.6		473.9		208.9	

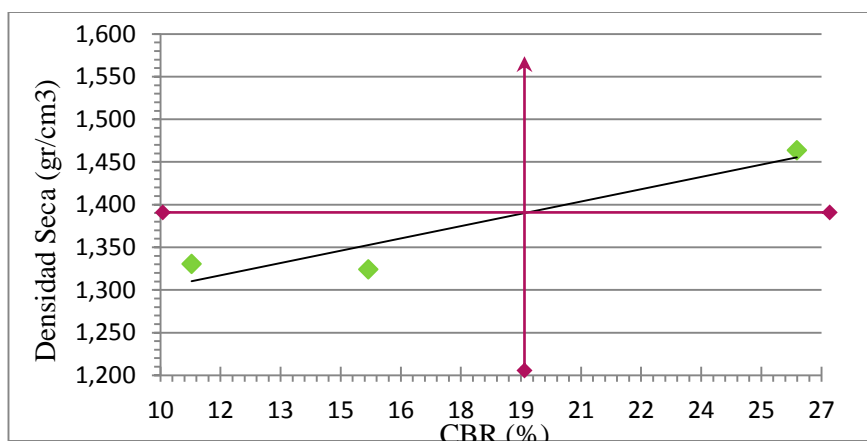
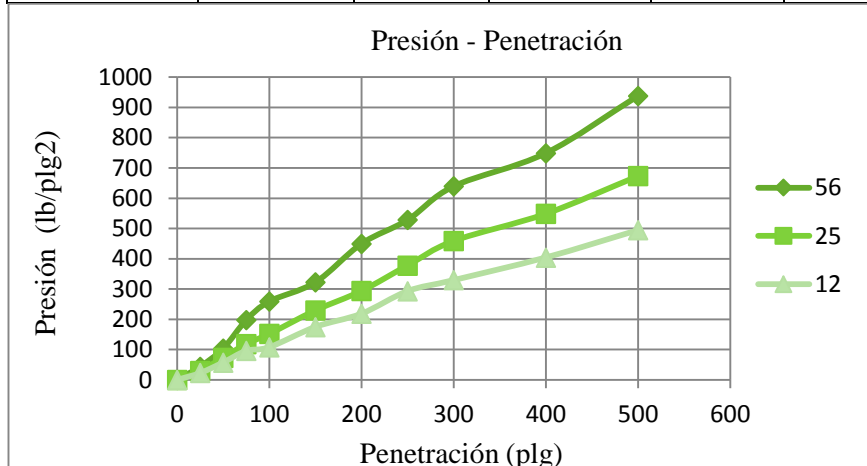


Densidad gr/cm ³	Resistencia %
1.662	21.5
1.518	15.2
1.443	10.3

Densidad máx. gr/cm ³	1.662
95% de DM	1.579
CBR %	17.55
CBR Puntual %	18

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 1 + 500		Peso del Molde: grs		
N° de capas: 5		Peso del Martillo: 10 lbs		
Volumen del molde:	2123			
MUESTRA 3				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	28.8	26.9	29.3
	Recipiente + peso húmedo	129.8	129.3	133.6
	Recipiente + peso seco	104.5	100.9	112.9
	Peso Agua	25.3	28.4	20.7
	Peso seco	75.7	74	83.6
	Contenido de Agua %	33.42	38.38	24.76
N° de molde	1	2	3	
Molde + suelo húmedo	11255.0	10699.0	10440.0	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4343.0	3773.0	3575.0	
Densidad húmeda	2.046	1.777	1.684	
Densidad seca (gr/cm3)	1.533	1.284	1.350	
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	31.9	31.4	29.8
	Recipiente + peso húmedo	128.9	123	129.90
	Recipiente + peso seco	97.2	94.8	102.90
	Agua	31.70	28.20	27.00
	Peso seco	65.3	63.4	73.1
Contenido de Agua %	48.55	44.48	36.94	
N° de molde	4	5	6	
Molde + suelo húmedo	11309	11109	10678	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4397	4183	3813	
Densidad húmeda	2.071	1.970	1.796	
Densidad seca (gr/cm3)	1.394	1.364	1.312	
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)	1.464	1.324	1.331	
Agua absorbida %	15.12	6.10	12.17	

ENSAYO DE CBR						
UBICACIÓN:		km 1 + 500		Peso del Molde: grs		
Número de golpes por capa		56		25		12
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0.0	0.0		0.0		0.00	
25.0	43.5		29.9		22.60	
50.0	103.5		73.2		57.40	
75.0	197.3		118.7		95.90	
100.0	258.9	25.9	151.9	15.2	107.80	10.8
150.0	322.2		229.3		174.80	
200.0	449.6		293.7		218.60	
250.0	528.1		377.9		293.10	
300.0	639.3		458.8		329.40	
400.0	748.9		548.7		404.30	
500.0	938.0		673.1		494.70	

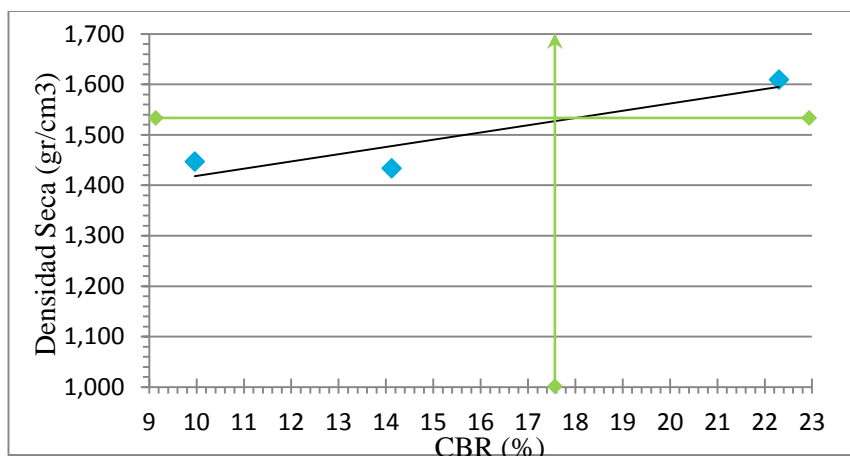
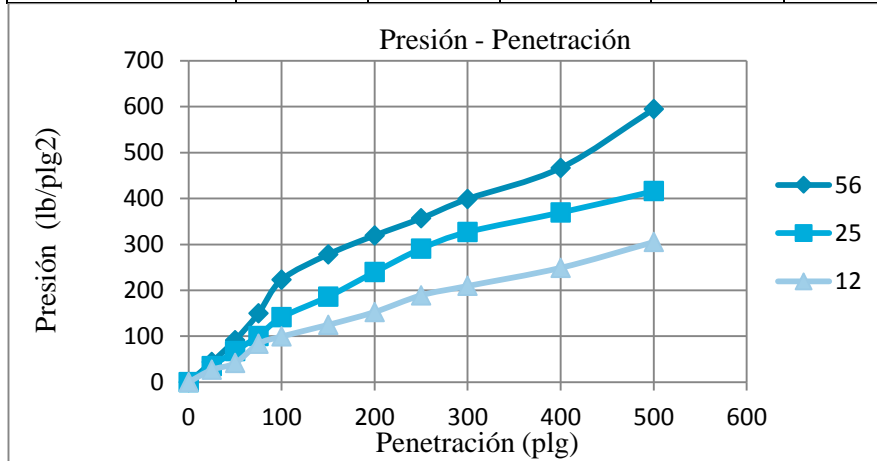


Densidad gr/cm ³	Resistencia %
1.464	25.9
1.324	15.2
1.331	10.8

Densidad máx. gr/cm ³	1.46
95% de DM	1.39
CBR %	19.20
CBR Puntual %	19

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 2 + 500		Peso del Molde: grs		
N° de capas: 5		Peso del Martillo: 10 lbs		
Volumen del molde:		2123		
MUESTRA 2				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	29.7	28.9	27.8
	Recipiente + peso húmedo	124.9	124.3	122.6
	Recipiente + peso seco	109.9	106.8	111.9
	Peso Agua	15	17.5	10.7
	Peso seco	80.2	77.9	84.1
	Contenido de Agua %	18.70	22.46	12.72
N° de molde		1	2	3
Molde + suelo húmedo		11319.0	10915.0	10611.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4407.0	3989.0	3746.0
Densidad húmeda		2.076	1.879	1.764
Densidad seca (gr/cm3)		1.749	1.534	1.565
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	28.9	26.90	27.7
	Recipiente + peso húmedo	117.90	117.1	114.0
	Recipiente + peso seco	89.8	87.8	89.6
	Agua	28.10	29.30	24.4
	Peso seco	60.9	60.9	61.9
	Contenido de Agua %	46.14	48.11	39.42
N° de molde		4	5	6
Molde + suelo húmedo		11475.0	11120.0	10800.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4563.0	4194.0	3935.0
Densidad húmeda		2.149	1.976	1.854
Densidad seca (gr/cm3)		1.471	1.334	1.329
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)		1.610	1.434	1.447
Agua absorbida %		27.44	25.65	26.70

ENSAYO DE CBR						
UBICACIÓN: km 2 + 500						
Número de golpes por capa		56	25		12	
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0.0	0.0		0.0		0.0	
25.0	43.6		34.7		27.1	
50.0	91.6		67.9		41.5	
75.0	149.7		100.5		83.3	
100.0	223.0	22.3	141.2	14.1	99.6	10.0
150.0	278.2		186.3		124.8	
200.0	319.5		239.6		152.8	
250.0	356.9		290.7		189.1	
300.0	399.1		327.0		209.5	
400.0	466.7		369.5		249.1	
500.0	594.7		415.9		305.2	

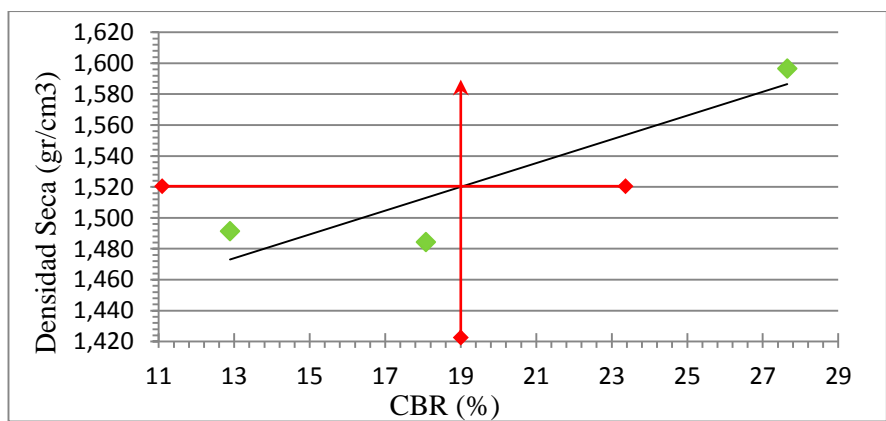
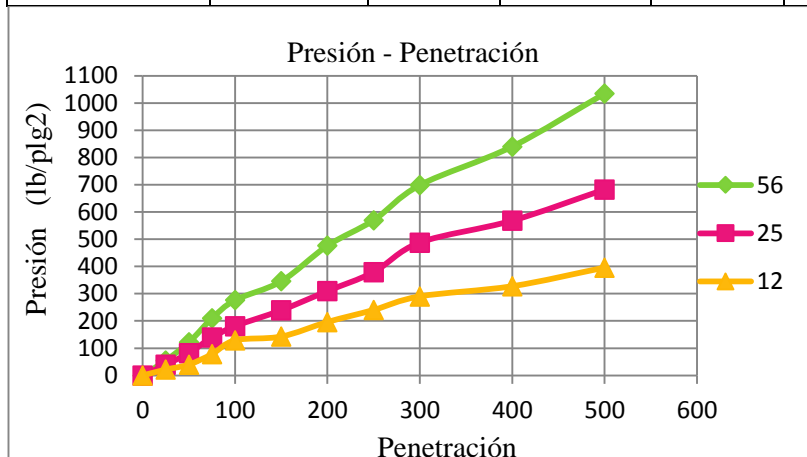


Densidad gr/cm ³	Resistencia %
1.610	22.3
1.434	14.1
1.447	10.0

Densidad máx. gr/cm ³	1.610
95% de DM	1.529
CBR %	17.60
CBR Puntual %	18

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 3 + 500		Peso del Molde: grs		
N° de capas: 5		Peso del Martillo: 10 lbs		
Volumen del molde:	2123			
MUESTRA 4				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	29.6	25.9	30.4
	Recipiente + peso húmedo	99.2	99.2	101.3
	Recipiente + peso seco	88.4	86.1	92.9
	Peso Agua	10.8	13.1	8.4
	Peso seco	58.8	60.2	62.5
	Contenido de Agua %	18.37	21.76	13.44
N° de molde	1	2	3	
Molde + suelo húmedo	11230.0	10894.0	10650.0	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4318.0	3968.0	3785.0	
Densidad húmeda	2.034	1.869	1.783	
Densidad seca (gr/cm3)	1.718	1.535	1.572	
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	27.4	31.50	26
	Recipiente + peso húmedo	73.50	101.9	96.10
	Recipiente + peso seco	60.4	80.9	77.90
	Agua	13.10	21.00	18.20
	Peso seco	33	49.4	51.9
	Contenido de Agua %	39.70	42.51	35.07
N° de molde	4	5	6	
Molde + suelo húmedo	11315.0	11012.0	10989.0	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4403.0	4086.0	4124.0	
Densidad húmeda	2.074	1.925	1.943	
Densidad seca (gr/cm3)	1.485	1.351	1.438	
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)	1.601	1.443	1.505	
Agua absorbida %	21.33	20.75	21.63	

ENSAYO DE CBR						
UBICACIÓN: km 3 + 500						
Numero de golpes por capa		56	25		12	
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0.0	0.0		0.0		0.0	
25.0	54.8		39.6		21.4	
50.0	121.2		81.9		39.8	
75.0	209.4		139.4		78.1	
100.0	276.5	27.7	180.8	18.1	128.9	12.9
150.0	345.7		239.4		142.7	
200.0	476.3		309.8		196.1	
250.0	569.9		379.4		240.4	
300.0	698.7		487.9		290.2	
400.0	840.3		568.3		327.6	
500.0	1034.9		682.7		395.9	



Densidad gr/cm ³	Resistencia %
1.597	27.7
1.484	18.1
1.492	12.9

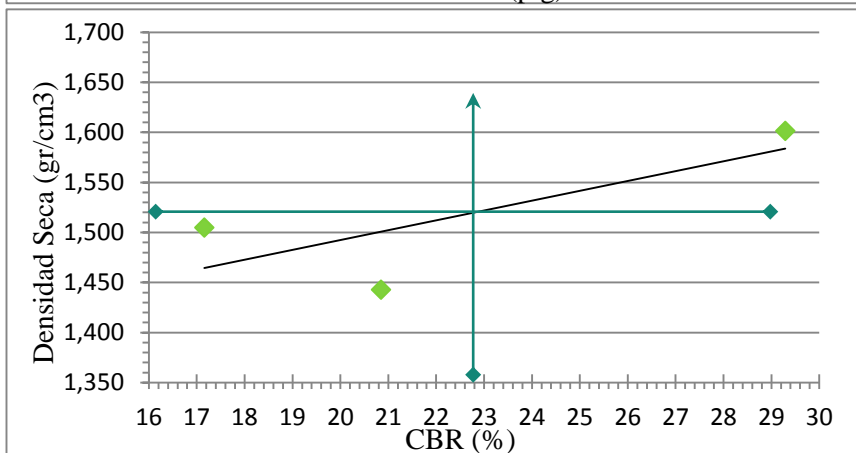
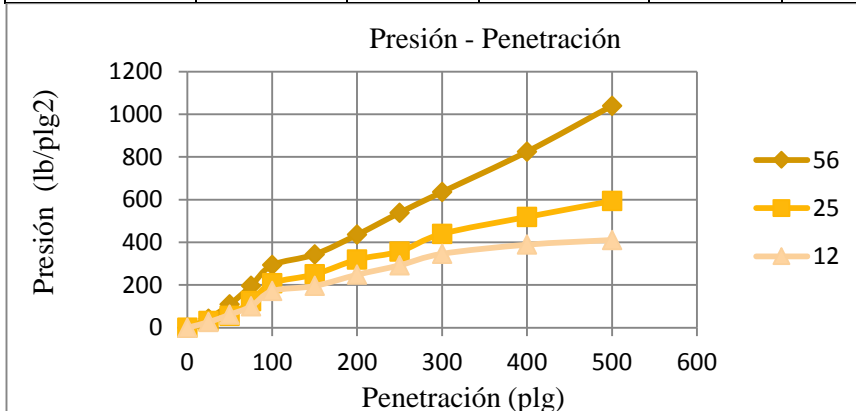
Densidad máx. gr/cm ³	1.597
95% de DM	1.52
CBR %	19.00
CBR Puntual %	19

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 4 + 500		Peso del Molde: grs		
N° de capas: 5		Peso del Martillo: 10 lbs		
Volumen del molde:	2123			
MUESTRA 5				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	29.1	26.3	28.9
	Recipiente + peso húmedo	103.7	100.5	98.6
	Recipiente + peso seco	89.2	85.8	88.4
	Peso Agua	14.5	14.7	10.2
	Peso seco	60.1	59.5	59.5
	Contenido de Agua %	24.13	24.71	17.14
N° de molde		1	2	3
Molde + suelo húmedo		11242.0	10954.0	10766.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4330.0	4028.0	3901.0
Densidad húmeda		2.040	1.897	1.837
Densidad seca (gr/cm3)		1.643	1.521	1.569
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	29.3	28.20	28.9
	Recipiente + peso húmedo	108.40	90.3	119.40
	Recipiente + peso seco	86.8	73.6	96.40
	Agua	21.6	16.70	23.00
	Peso seco	57.5	45.4	67.5
Contenido de Agua %		37.57	36.78	34.07
N° de molde		4	5	6
Molde + suelo húmedo		11439.0	11129.0	10891.0
Molde grs		6912.0	6926.0	6865.0
Suelo húmedo		4527	4203	4026
Densidad húmeda		2.132	1.980	1.896
Densidad seca (gr/cm3)		1.550	1.447	1.414
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)		1.597	1.484	1.492
Agua absorbida %		13.44	12.08	16.93

ENSAYO DE CBR

UBICACIÓN: km 4 + 500

Numero de golpes por capa		56	12	25		
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0,0	0,0		0,0		0,0	
25,0	41,7		30,8		25,9	
50,0	108,9		54,9		61,1	
75,0	195,7		124,6		99,7	
100,0	292,9	29,3	208,5	20,9	171,6	17,2
150,0	343,1		249,7		195,5	
200,0	435,4		319,4		248,2	
250,0	538,7		357,2		292,3	
300,0	635,6		439,7		346,0	
400,0	824,9		518,9		389,0	
500,0	1039,9		593,4		411,0	



densidad gr/cm3	resistencia %
1.601	29.3
1.443	20.9
1.505	17.2

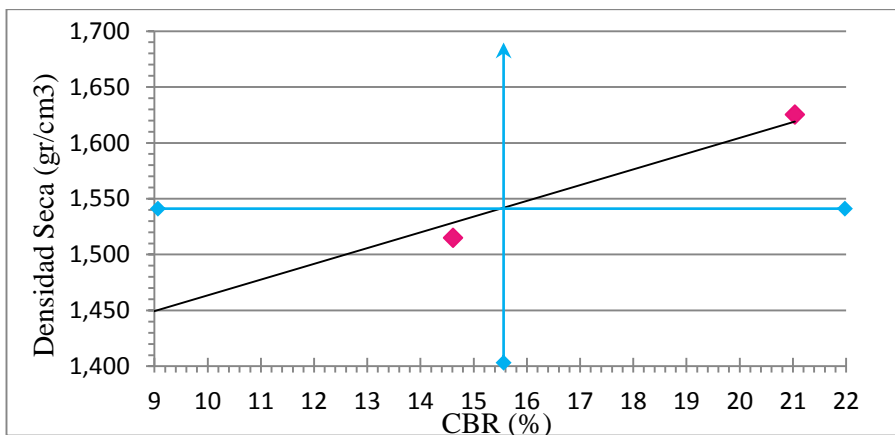
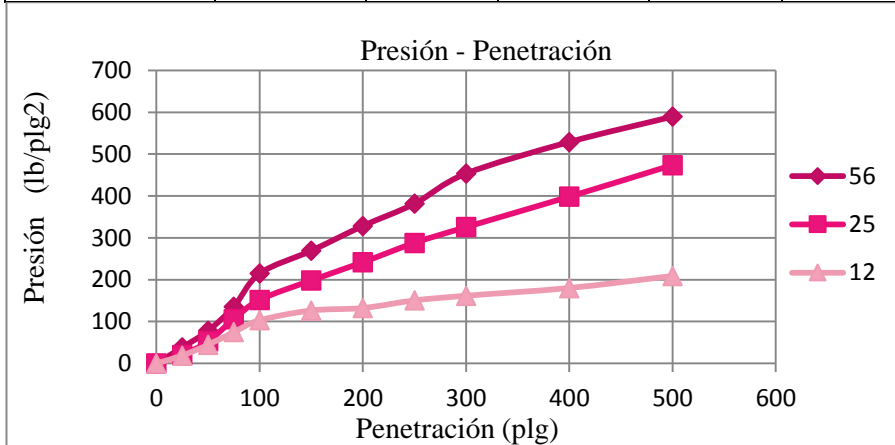
Densidad máx. gr/cm3	1.601
95% de DM	1.521
CBR %	22.80
CBR Puntual %	23

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA				
ENSAYO DE CBR				
Proyecto:				
UBICACIÓN: km 6 + 000			Peso del Molde: grs	
N° de capas: 5			Peso del Martillo: 10 lbs	
Volumen del molde:	2123			
MUESTRA 6				
ANTES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	a	b	c
	Recipiente	37.9	38.1	37.7
	Recipiente + peso húmedo	126.1	125.3	125.8
	Recipiente + peso seco	109.9	111.8	112.9
	Peso Agua	16.2	13.5	12.9
	Peso seco	72	73.7	75.2
	Contenido de Agua %	22.50	18.32	17.15
N° de molde	1	2	3	
Molde + suelo húmedo	11242.0	10654.0	10431.0	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4330.0	3728.0	3566.0	
Densidad húmeda	2.040	1.756	1.680	
Densidad seca (gr/cm3)	1.665	1.484	1.434	
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
HUMEDAD	N° de Recipiente	d	e	f
	Recipiente	32.9	31.70	31.8
	Recipiente + peso húmedo	122.70	122.3	119.60
	Recipiente + peso seco	101.4	102.6	101.50
	Agua	21.30	19.70	18.10
	Peso seco	68.5	70.9	69.7
	Contenido de Agua %	31.09	27.79	25.97
N° de molde	4	5	6	
Molde + suelo húmedo	11325.0	11120.0	10802.0	
Molde grs	6912.0	6926.0	6865.0	
Suelo húmedo	4413	4194	3937	
Densidad húmeda	2.079	1.976	1.854	
Densidad seca (gr/cm3)	1.586	1.546	1.472	
DATOS PROMEDIO				
Densidad seca (gr/cm3)	1.625	1.515	1.453	
Agua absorbida %	8.59	9.47	8.81	

ENSAYO DE CBR

UBICACIÓN: km 6 + 000

Número de golpes por capa		56	25		12	
Penetración plg 10 ⁻³	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %	Presión lb/plg ²	CBR %
0.0	0.0		0.0		0.0	
25.0	32.5		20.2		19.6	
50.0	71.8		45.1		37.2	
75.0	130.9		95.6		68.3	
100.0	210.4	21.0	146.1	14.6	87.6	8.8
150.0	246.9		181.3		102.8	
200.0	302.8		217.9		122.8	
250.0	368.1		277.3		139.7	
300.0	437.0		307.9		168.1	
400.0	508.4		380.1		178.9	
500.0	593.1		441.3		210.1	



Densidad gr/cm ³	Resistencia %
1.625	21.0
1.515	14.6
1.453	8.8

Densidad máx. gr/cm ³	1.625
95% de DM	1.544
CBR %	15.6
CBR Puntual %	16

Anexo N° 5

Tablas usadas

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.

CLASES DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
RI ó RII (autopista)	> 8000
I	3000 – 8000
II	1000 – 3000
III	300 – 1000
IV	100 – 300
V	< 100

El TPDA indicado es el volumen del tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos deben investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de la carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico de vehículos equivalentes.

Tasas de crecimiento de tráfico.

TIPO DE VEHÍCULOS	PERIODO	
	1990 – 2000	2000 – 2010
Livianos	5 %	4 %
Buses	4 %	3.5 %
Pesados	6 %	5 %

Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera.

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 85	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

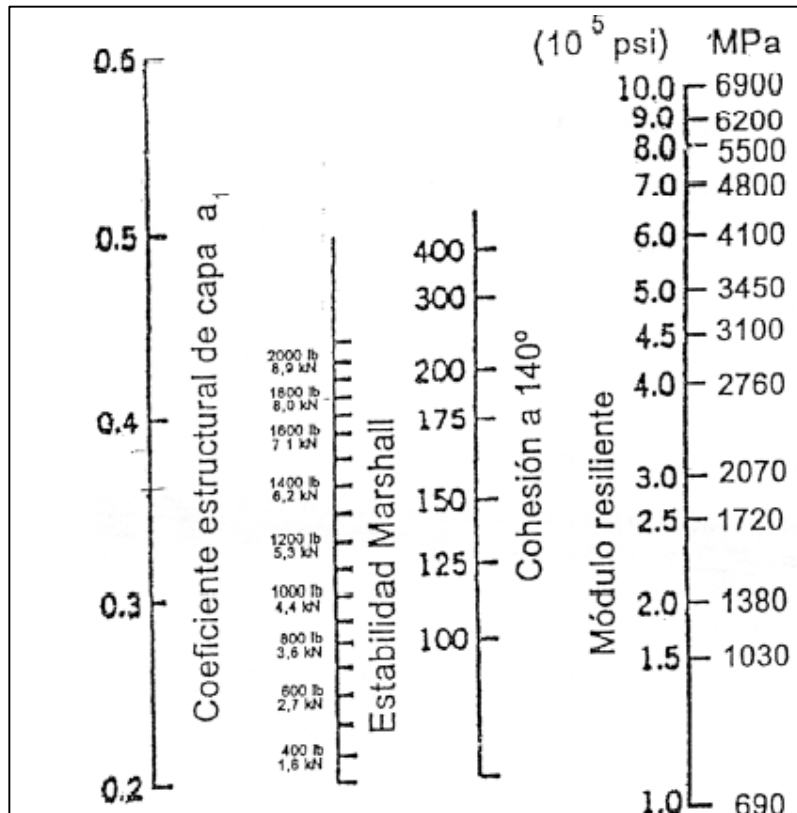
Límite para Selección de CBR de Diseño.

Nivel de tránsito (Número de ejes de 8.2 ton en el carril de diseño (N))	Valor percentil para diseño de subrasante
< 10 ⁴ ESAL's	60
10 ⁴ < 10 ⁶ ESAL's	75
>10 ⁶ ESAL's	87.5

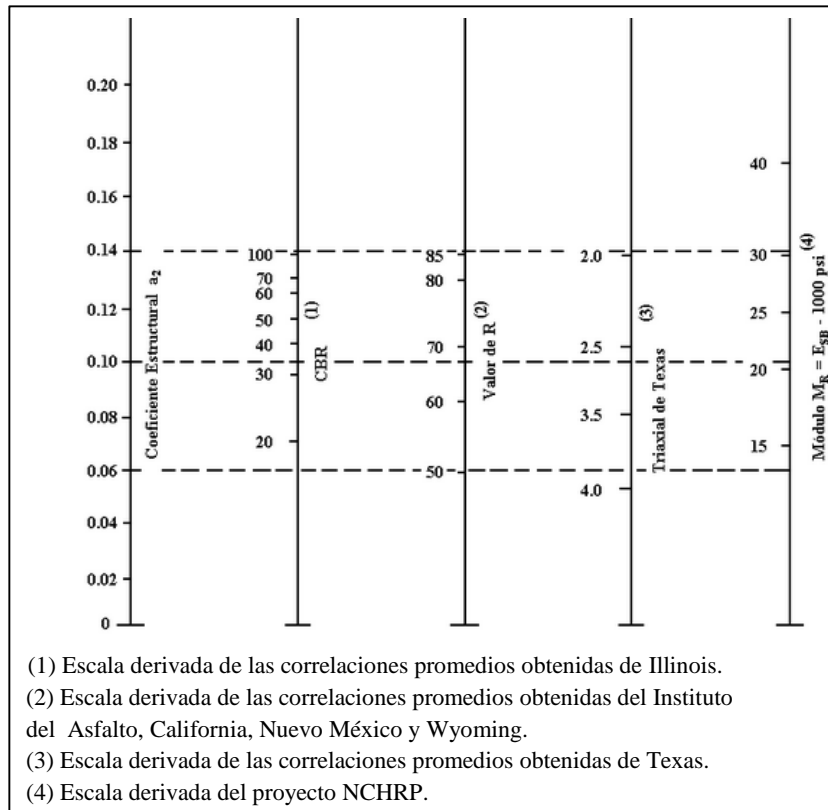
Factores de Daño Según Tipo de Vehículo.

Tipo de vehículo	Factor de daño
Bus	1.04
C - 2P	1.31
C - 2G	5.27
C - 3	3.84
C - 4	8.43
C - 5	11.82

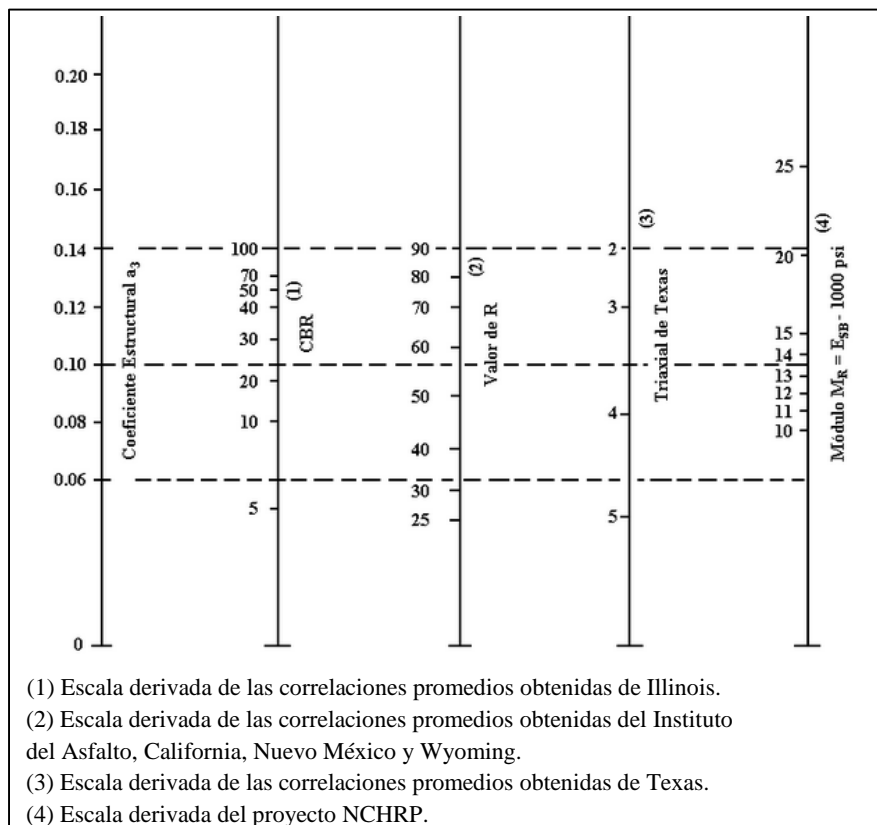
Variación del Coeficiente Estructural a_1 .



Coefficiente estructural para base granular a₂.



Coefficiente estructural para Subbase granular a₃.



Anexo N° 6

Análisis de precios unitarios.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 1				
RUBRO : DESBROCE Y LIMPIEZA				
UNIDAD : Ha				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL

				0,00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
TRACTOR CAT D8		1,500	50,00	75,00
MOTOSIERRA		4,000	5,00	20,00
HERRAMIENTA MENOR		10,000	0,25	2,50

				97,50
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. GRUPO I	OP G1	1,500	3,02	4,53
OP. EQUIPO LIVIANO	EO D2	2,000	2,82	5,64
PEÓN	EO E2	2,000	2,78	5,56

				15,73
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				113,23
COSTOS INDIRECTOS 30 %				33,97
PRECIO UNITARIO				147,20
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 2				
RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACIÓN A NIVEL DE ASFALTO				
UNIDAD : M				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
ESTACAS DE MADERA	U	0,060	0,30	0,02

				0,02
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA		0,050	8,00	0,40
HERRAMIENTA MENOR		0,100	0,25	0,03

				0,43
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
TOPÓGRAFO 2	EO C1	0,001	3,02	0,00
CADENERO	EO D2	0,001	2,82	0,00

				0,01
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0,45
COSTOS INDIRECTOS 30 %				0,13
PRECIO UNITARIO				0,58
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 3				
RUBRO : EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR				
UNIDAD : M3				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL

				0,00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
EXCAVADORA TIPO 320		0,028	45,00	1,26

				1,26
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. GRUPO I	OP G1	0,028	3,02	0,08
PEÓN	EO E2	0,028	2,78	0,08

				0,16
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				1,42
COSTOS INDIRECTOS 30 %				0,43
PRECIO UNITARIO				1,85
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 4				
RUBRO : TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO D=60 CM; INC. EXCAVACIÓN Y RELLENO				
UNIDAD : ML				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
TUBO PVC ALCANT. D=60 CM	ML	1,000	80,00	80,00

				80,00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		4,000	0,25	1,00
EXCAVADORA TIPO 320		0,576	45,00	25,92
COMPACTADORA MANUAL		1,140	25,00	28,50

				55,42
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	EO E2	8,340	2,78	23,19
ALBAÑIL	EO D2	0,750	2,82	2,12
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,390	3,02	4,20
OP. GRUPO I	OP G1	0,576	3,02	1,74
OP. EQUIPO LIVIANO	EO D2	1,140	2,82	3,21

				34,45
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC. TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				169,87
COSTOS INDIRECTOS 30 %				50,96
PRECIO UNITARIO				220,83
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 5				
RUBRO : TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO D=1.50 M; e=2.50 MM; INC. EXCAVACIÓN Y RELLENO				
UNIDAD : ML				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
TUBERÍA ACERO CORRUGADO D=1.5M	ML	1,000	240,00	240,00
ACERO DE REFUERZO	KG	32,560	1,15	37,44
ALAMBRE GALVANIZADO No 18	KG	0,500	2,22	1,11

				278,55
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		10,000	0,25	2,50
EXCAVADORA TIPO 320		1,050	45,00	47,25
COMPACTADORA MANUAL		1,550	25,00	38,75

				88,50
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	EO E2	21,960	2,78	61,05
ALBAÑIL	EO D2	2,550	2,82	7,19
MAESTRO DE OBRA	EO C1	3,160	3,02	9,54
OP. GRUPO I	OP G1	1,050	3,02	3,17
OP. EQUIPO LIVIANO	EO D2	1,550	2,82	4,37

				85,33
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				452,38
COSTOS INDIRECTOS 30 %				135,71
PRECIO UNITARIO				588,09
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 6				
RUBRO : HORMIGÓN SIMPLE f'c=180 KG/CM2 PARA CUNETAS, INC. ENCOFRADO				
UNIDAD : ML				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
CEMENTO PORTLAND TIPO I	KG	38,500	0,15	5,77
RIPIO	M3	0,099	15,00	1,49
ARENA	M3	0,055	12,00	0,66
AGUA	M3	0,025	0,50	0,01
ENCOFRADOS	M2	0,800	9,00	7,20

				15,13
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
VIBRADOR		0,110	6,00	0,66
CONCRETERA 1 SACO		0,110	8,00	0,88

				1,54
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	EO E2	1,20	2,78	3,34
ALBAÑIL	EO D2	0,44	2,82	1,24
MAESTRO DE OBRA	EO C1	0,22	3,02	0,66

				5,24
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				21,91
COSTOS INDIRECTOS 30 %				6,57
PRECIO UNITARIO				28,49
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 7				
RUBRO : MURO DE H.S f'c=180 KG/CM2 (CABEZAL); INC. ENCOFRADO				
UNIDAD : M3				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
CEMENTO PORTLAND TIPO I	KG	334,75	0,15	50,21
ARENA	M3	0,65	12,00	7,80
RIPIO	M3	0,95	15,00	14,25
AGUA	M3	0,23	0,50	0,11
ENCOFRADOS	M2	1,00	9,00	9,00

				81,38
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		5,00	0,25	1,25
CONCRETERA 1 SACO		0,40	8,00	3,20
VIBRADOR		0,40	6,00	2,40

				6,85
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
MAESTRO DE OBRA	EO C1	1,00	3,02	3,02
ALBAÑIL	EO D2	5,50	2,82	15,51
PEÓN	EO E2	8,00	2,78	22,24
CARPINTERO	EO D2	4,00	2,82	11,28

				52,05
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				140,28
COSTOS INDIRECTOS 30 %				42,08
PRECIO UNITARIO				182,36
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 8				
RUBRO : MATERIAL DE BASE GRANULAR DE AGREGADOS; INC. TRANSPORTE; e= 12 cm				
UNIDAD : M3				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
MATERIAL CRIBADO	M3	0,975	8,00	7,80
MATERIAL TRITURADO	M3	0,325	8,00	2,60

				10,40
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
MOTONIVELADORA 140 HP (130G)		0,0286	50,00	1,43
RODILLO LISO 150 HP (CP563)		0,0286	35,00	1,00
TANQUERO DE AGUA 8 M3		0,0286	25,00	0,72
VOLQUETA 8 M3		0,0120	25,00	0,30

				3,45
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. GRUPO I	OP G1	0,0286	3,02	0,09
OP. GRUPO II	OP G2	0,0286	2,94	0,08
CHOFER	CH C1	0,0406	4,16	0,17
PEÓN	EO E2	0,0572	2,78	0,16
TOPÓGRAFO 2	EO C1	0,0143	3,02	0,04
CADENERO	EO D2	0,0286	2,82	0,08

				0,62
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				14,47
COSTOS INDIRECTOS 30 %				4,34
PRECIO UNITARIO				18,81
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 9				
RUBRO : ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN Y CAPA DE RODADURA DE 2 PULG.				
UNIDAD : M2				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
MATERIAL TRITURADO	M3	0,025	8,00	0,20
MATERIAL CRIBADO	M3	0,035	8,00	0,28
ASFALTO AP-3	LT	7,850	0,42	3,30
DIESEL 1 (KEREX)	LT	2,110	0,25	0,53
ASFALTO RC-250	LTS	0,840	0,38	21,00

				4,62
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PAVIMENTADORA DE ASFALTO 120HP		0,0067	50,00	0,34
RODILLO LISO 150 HP (CP563)		0,0067	35,00	0,23
RODILLO NEUMATICO 77HP		0,0067	30,00	0,20
ESCOBA AUTOPROPULSADA		0,0090	25,00	0,23
CARGADORA FRONTAL		0,0067	40,00	0,27
PLANTA ASFALTO		0,0067	75,00	0,50
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO		0,0023	50,00	0,12

				1,88
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. GRUPO I	OP G1	0,0130	3,02	0,04
OP. GRUPO II	OP G2	0,0320	2,94	0,09
PEÓN	EO E2	0,0753	2,78	0,21

				0,34
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				6,85
COSTOS INDIRECTOS 30 %				2,05
PRECIO UNITARIO				8,90
OBSERVAC:				

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 10				
RUBRO : SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL ANCHO 12 CM				
UNIDAD : KM				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
PINTURA DE TRAFICO REFLECTIVA	GL	10,000	40,00	400,00
DILUYENTE	GAL	10,000	5,00	50,00

				450,00
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
FRANJADORA PARA SEÑALIZACION		6,000	20,00	120,00
CAMIONETA		6,000	15,00	90,00
ESCOBA AUTOPROPULSADA		6,000	25,00	150,00

				360,00
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
OP. GRUPO II	OP G2	16,000	2,94	47,04
CHOFER	CH C1	16,000	4,16	66,56
PEÓN	EO E2	24,000	2,78	66,72

				180,32
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				990,32
COSTOS INDIRECTOS 30 %				297,10
PRECIO UNITARIO				1.287,42
OBSERVAC:				

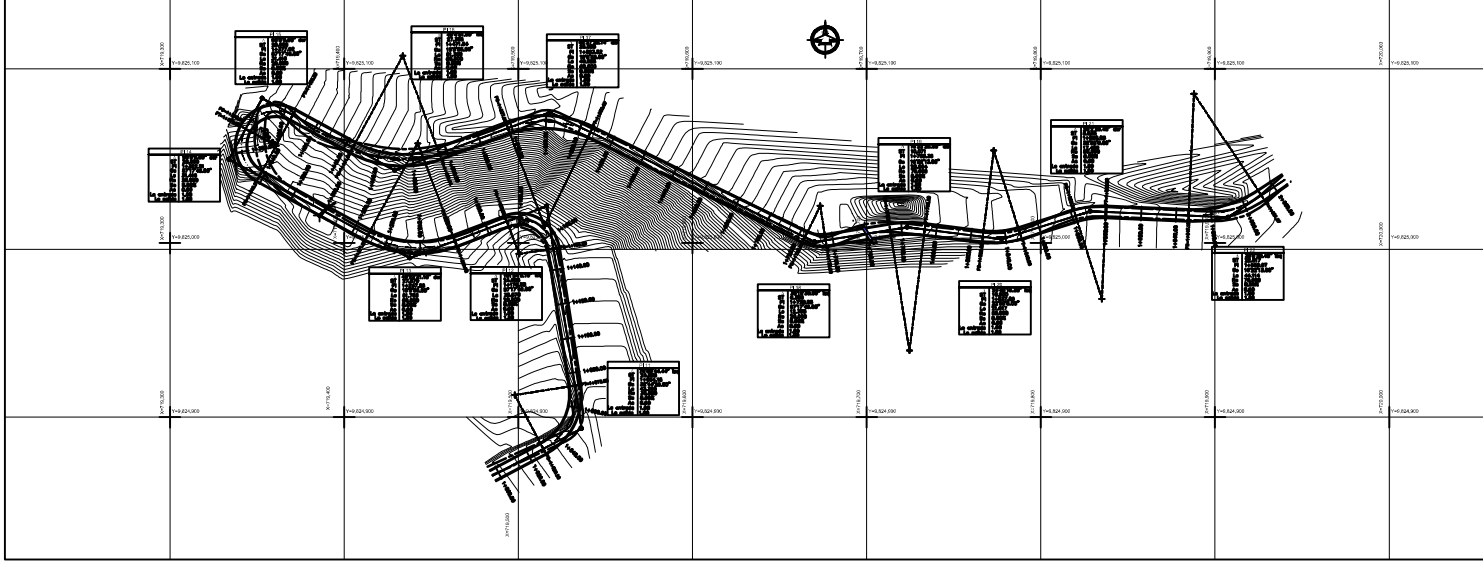
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Diseño geométrico y diseño del pavimento de la vía Guaranda - Julio Moreno.				
FECHA : MARZO DEL 2014				
ITEM : 11				
RUBRO : SEÑALES VERTICALES				
UNIDAD : UND				
ESPEC:				
A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNI	SUBTOTAL
SEÑAL INFORMATIVA	U	1,000	50,00	50,00
CEMENTO PORTLAND TIPO I	KG	10,000	0,15	1,50
ARENA	M3	0,012	12,00	0,14
RIPIO	M3	0,021	15,00	0,32
AGUA	M3	0,005	0,50	0,00

				51,96
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		10,000	0,25	2,50

				2,50
C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
PEÓN	EO E2	1,500	2,78	4,17
ALBAÑIL	EO D2	1,500	2,82	4,23

				8,40
D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL

				0,00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				62,86
COSTOS INDIRECTOS 30 %				18,86
PRECIO UNITARIO				81,72
OBSERVAC:				



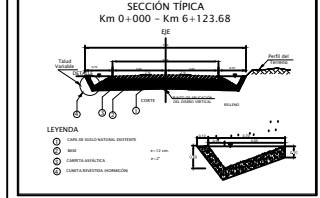
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
TÍTULO DE GRADO

ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JULIO MORENO

PROFESOR: [Name] ESTUDIANTE: [Name]

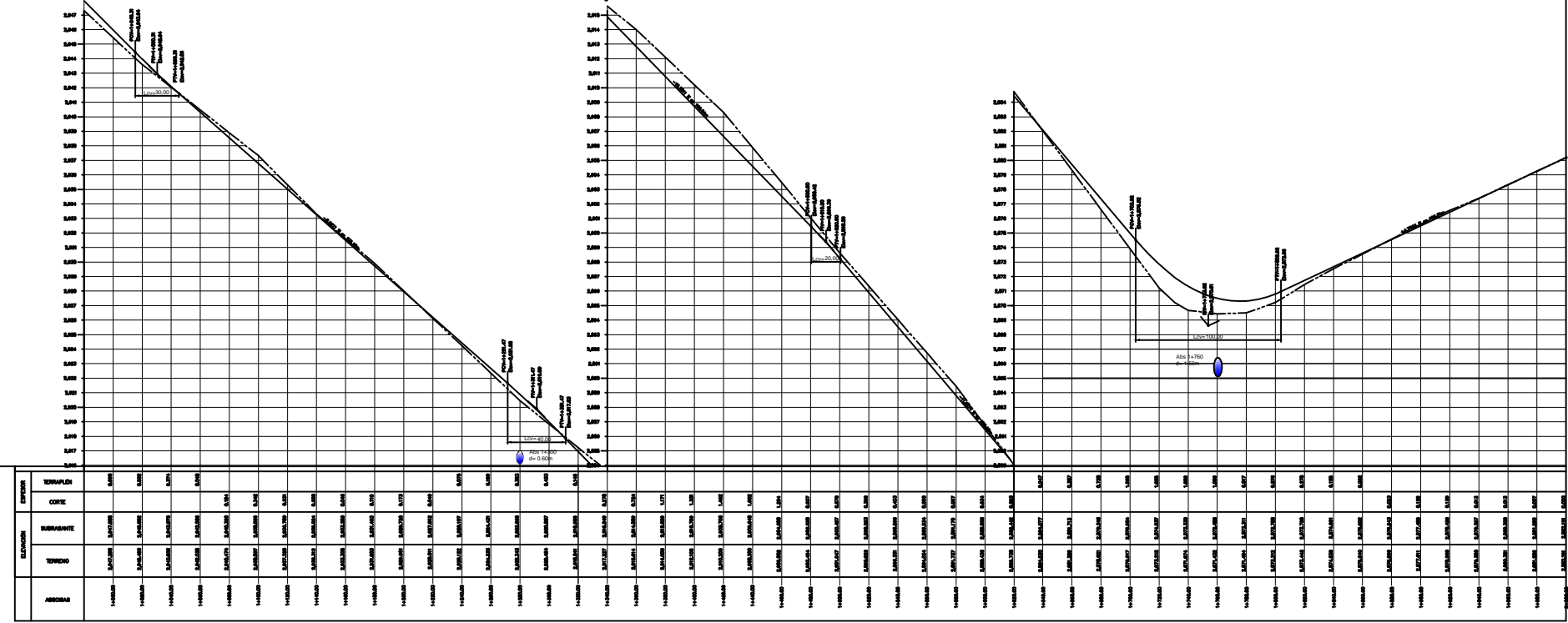
FECHA: [Date]

2 - 7



SIMBOLOGÍA

[Symbol]	[Description]	[Description]	[Description]
[Symbol]	[Description]	[Description]	[Description]
[Symbol]	[Description]	[Description]	[Description]
[Symbol]	[Description]	[Description]	[Description]

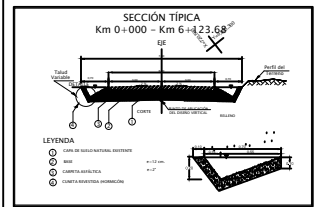



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL
 TÍTULO EN GRADO

ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JULIO HORNOS
 MARZO 2015

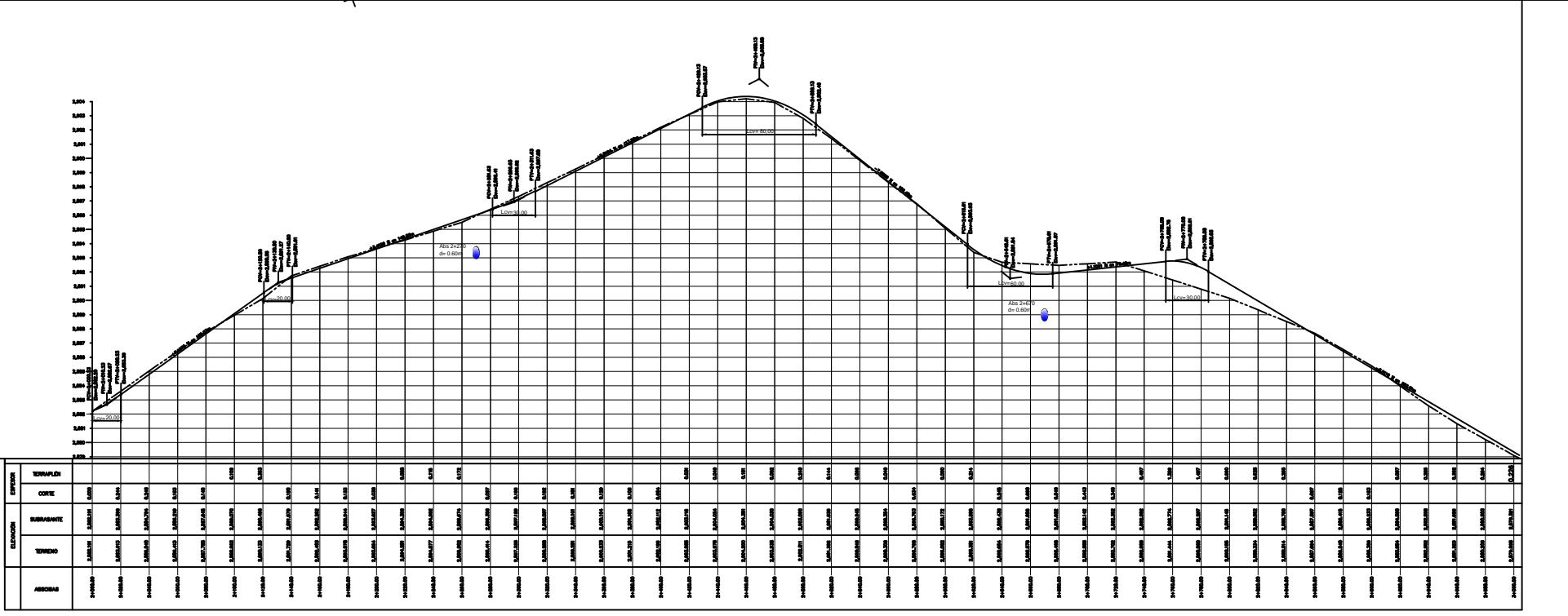
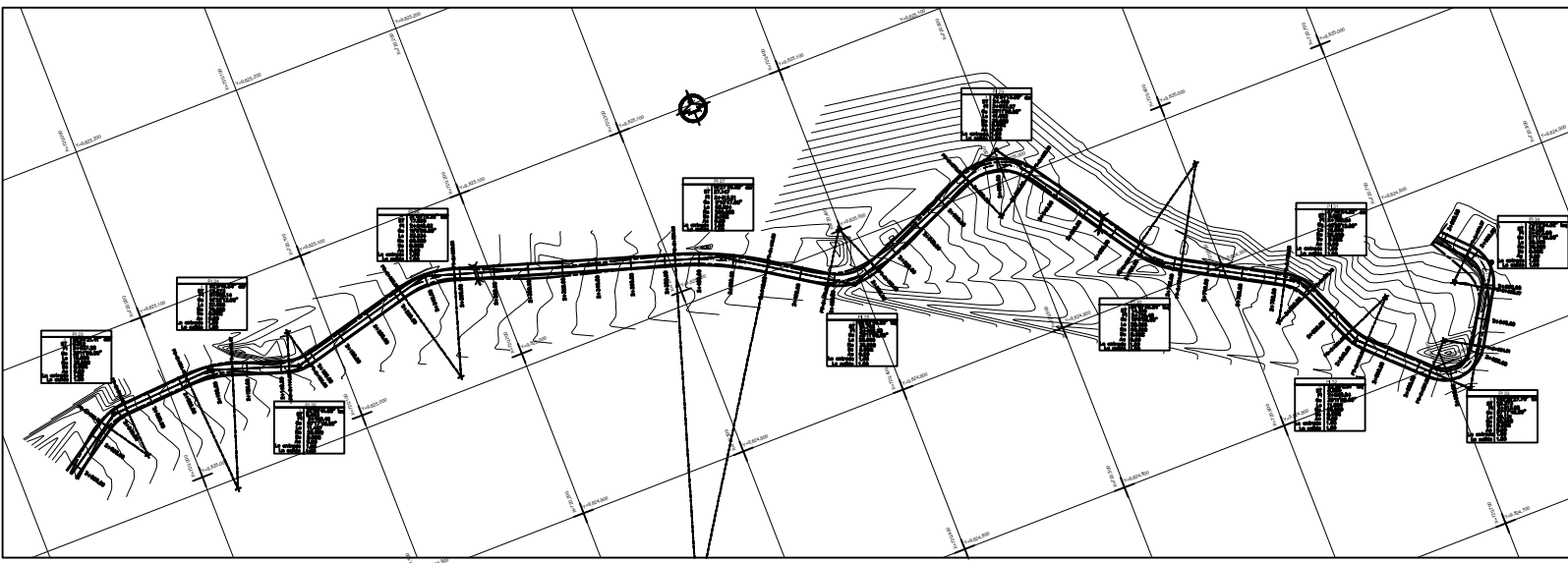
RESPONSABLE DEL PROYECTO: []
 REVISOR: []
 CÁLCULO: []
 DIBUJO: []

3 - 7



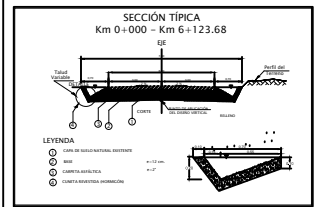
SIMBOLÓGICA

[Symbol]	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA
[Symbol]	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA
[Symbol]	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA
[Symbol]	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA	SEÑAL DE ADVERTENCIA



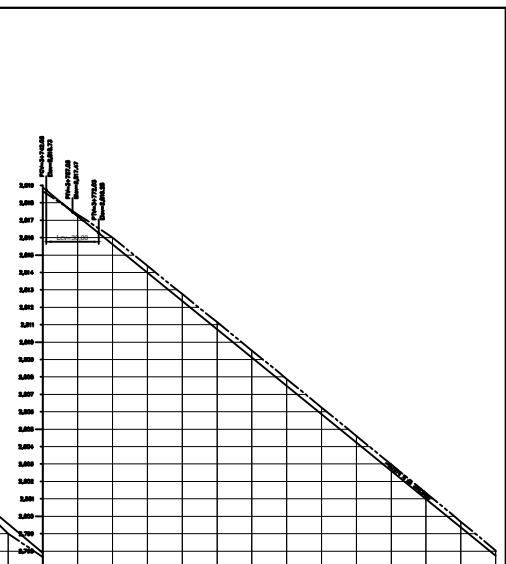
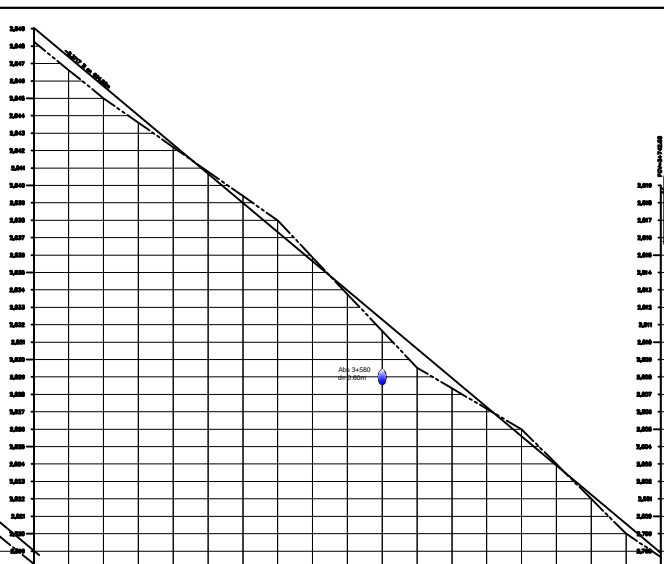
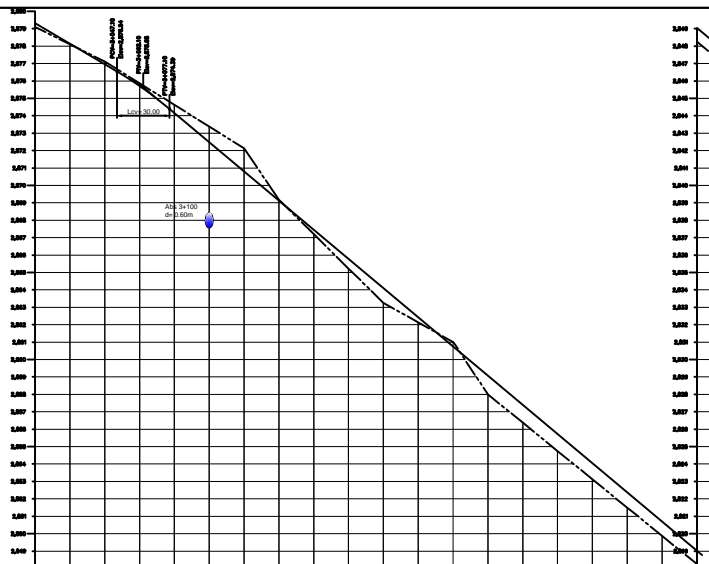
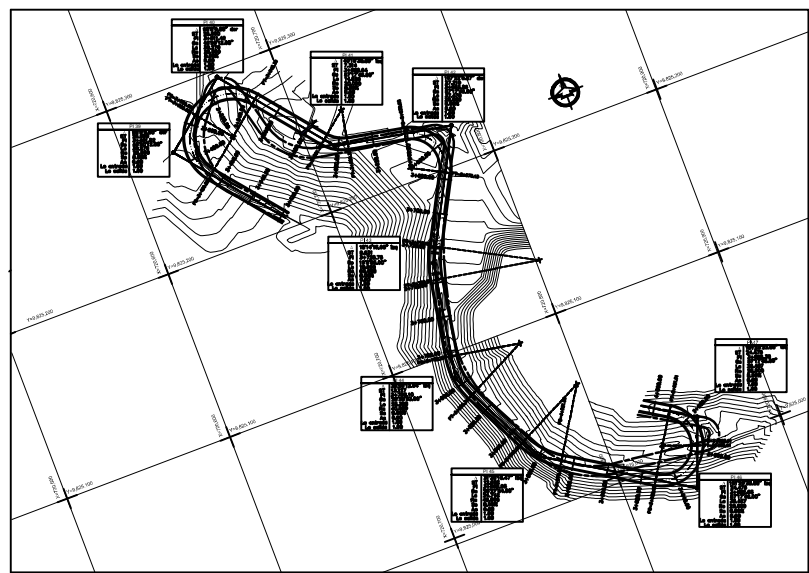
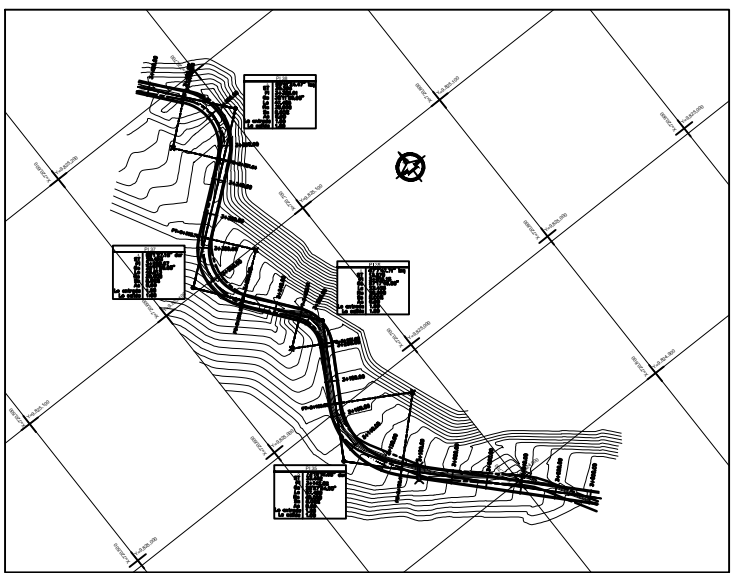
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 TESIS DE GRADO
 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL
 ALMÉRICA S/N (CALLE HUACA 4 - 100100)

PROYECTO: ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JULIO MORENO
 FECHA: 10/04/2011
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: [Nombre] / ASISTENTE: [Nombre]
 ESCALA: 1:1000
 FOLIO: 4 - 7



SIMBOLOGÍA

(Símbolo)	Descripción
(Símbolo)	Descripción
(Símbolo)	Descripción



ESTACION	ELEVACION		TERMINO
	TERMINO	EXISTENTE	
0+000	2499.00	2499.00	CIENSA
0+050	2499.10	2499.10	CIENSA
0+100	2499.20	2499.20	CIENSA
0+150	2499.30	2499.30	CIENSA
0+200	2499.40	2499.40	CIENSA
0+250	2499.50	2499.50	CIENSA
0+300	2499.60	2499.60	CIENSA
0+350	2499.70	2499.70	CIENSA
0+400	2499.80	2499.80	CIENSA
0+450	2499.90	2499.90	CIENSA
0+500	2499.95	2499.95	CIENSA
0+550	2500.00	2500.00	CIENSA
0+600	2500.05	2500.05	CIENSA
0+650	2500.10	2500.10	CIENSA
0+700	2500.15	2500.15	CIENSA
0+750	2500.20	2500.20	CIENSA
0+800	2500.25	2500.25	CIENSA
0+850	2500.30	2500.30	CIENSA
0+900	2500.35	2500.35	CIENSA
0+950	2500.40	2500.40	CIENSA
1+000	2500.45	2500.45	CIENSA
1+050	2500.50	2500.50	CIENSA
1+100	2500.55	2500.55	CIENSA
1+150	2500.60	2500.60	CIENSA
1+200	2500.65	2500.65	CIENSA
1+250	2500.70	2500.70	CIENSA
1+300	2500.75	2500.75	CIENSA
1+350	2500.80	2500.80	CIENSA
1+400	2500.85	2500.85	CIENSA
1+450	2500.90	2500.90	CIENSA
1+500	2500.95	2500.95	CIENSA
1+550	2501.00	2501.00	CIENSA
1+600	2501.05	2501.05	CIENSA
1+650	2501.10	2501.10	CIENSA
1+700	2501.15	2501.15	CIENSA
1+750	2501.20	2501.20	CIENSA
1+800	2501.25	2501.25	CIENSA
1+850	2501.30	2501.30	CIENSA
1+900	2501.35	2501.35	CIENSA
1+950	2501.40	2501.40	CIENSA
2+000	2501.45	2501.45	CIENSA
2+050	2501.50	2501.50	CIENSA
2+100	2501.55	2501.55	CIENSA
2+150	2501.60	2501.60	CIENSA
2+200	2501.65	2501.65	CIENSA
2+250	2501.70	2501.70	CIENSA
2+300	2501.75	2501.75	CIENSA
2+350	2501.80	2501.80	CIENSA
2+400	2501.85	2501.85	CIENSA
2+450	2501.90	2501.90	CIENSA
2+500	2501.95	2501.95	CIENSA
2+550	2502.00	2502.00	CIENSA
2+600	2502.05	2502.05	CIENSA
2+650	2502.10	2502.10	CIENSA
2+700	2502.15	2502.15	CIENSA
2+750	2502.20	2502.20	CIENSA
2+800	2502.25	2502.25	CIENSA
2+850	2502.30	2502.30	CIENSA
2+900	2502.35	2502.35	CIENSA
2+950	2502.40	2502.40	CIENSA
3+000	2502.45	2502.45	CIENSA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
TESIS DE GRADO

ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JILDO MORENO

ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA CIVIL

Alumno: **JUAN CARLOS GARCÍA**
 Director: **ING. ROBERTO GARCÍA**

5 - 7

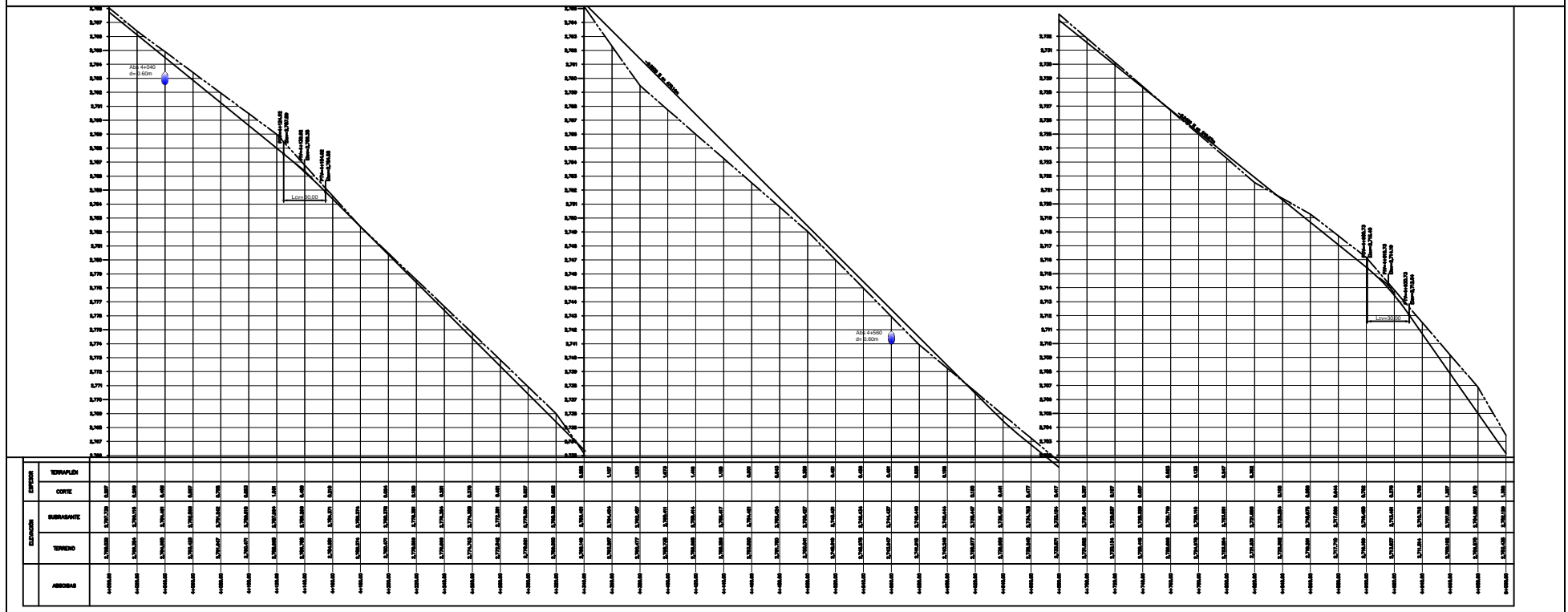
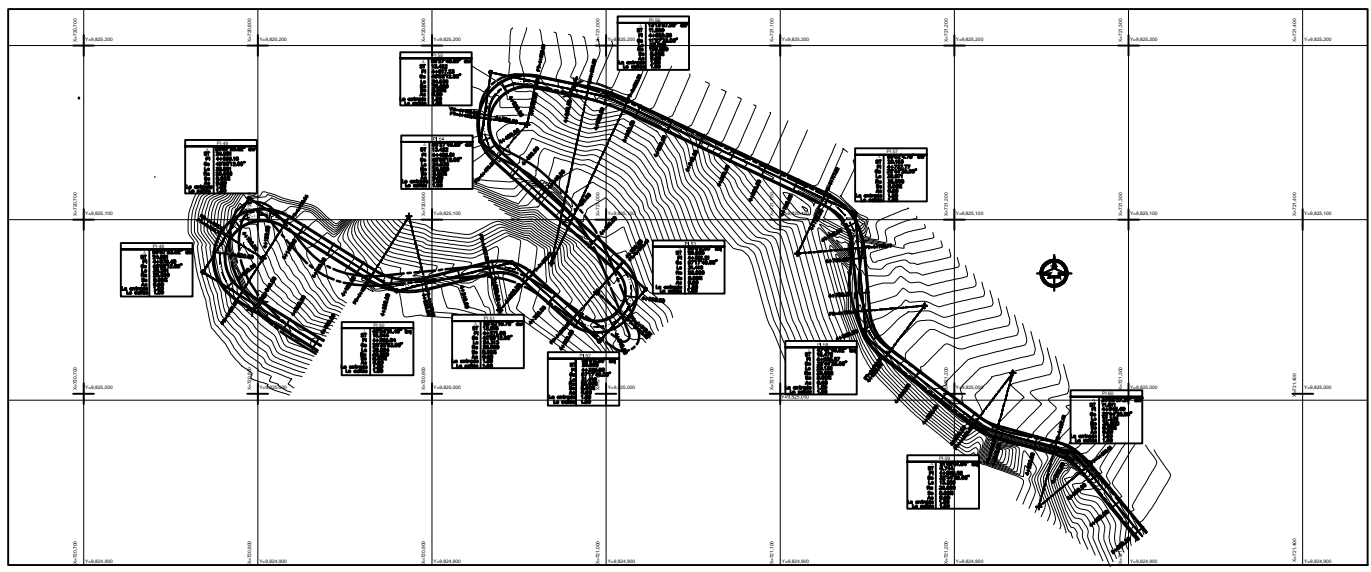
SECCIÓN TÍPICA
 Km 0+000 - Km 6+123.68

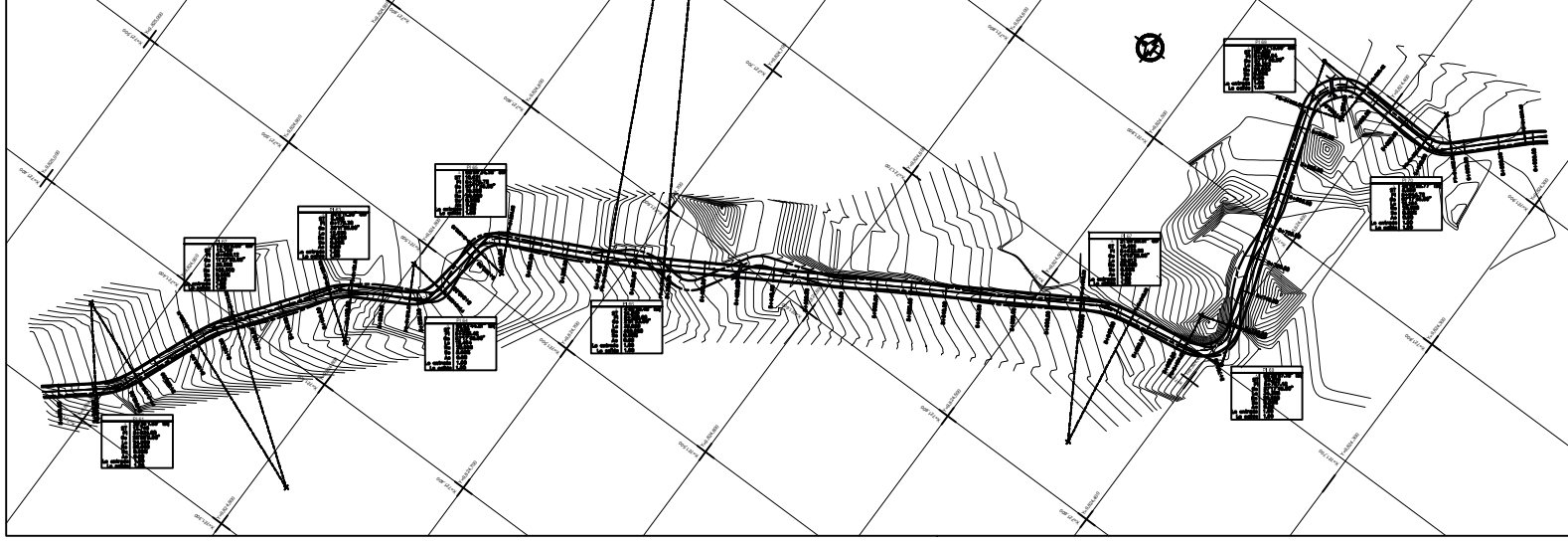
LEYENDA

- Substrato
- Asfalto
- Concreto
- Drenaje

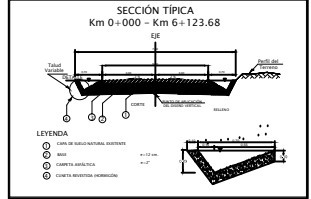
SIMBOLOGÍA

...
...
...



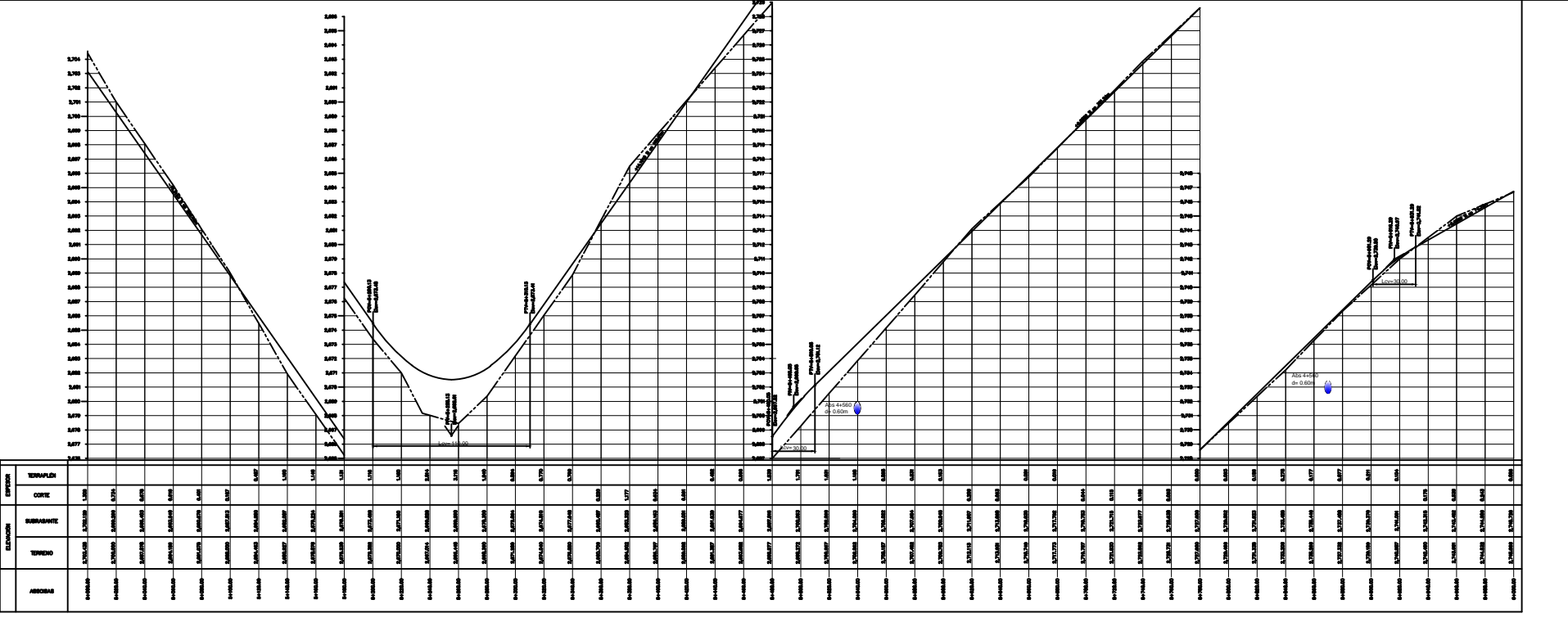


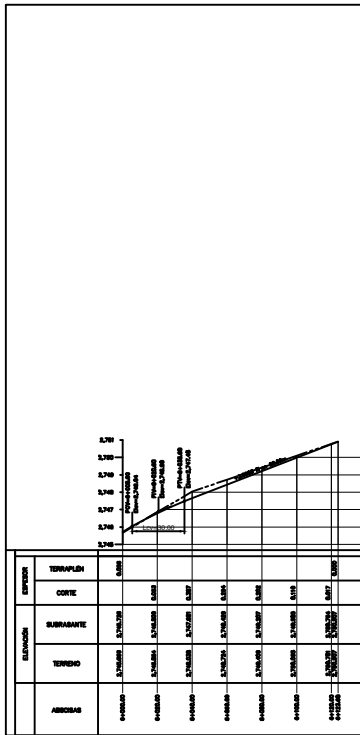
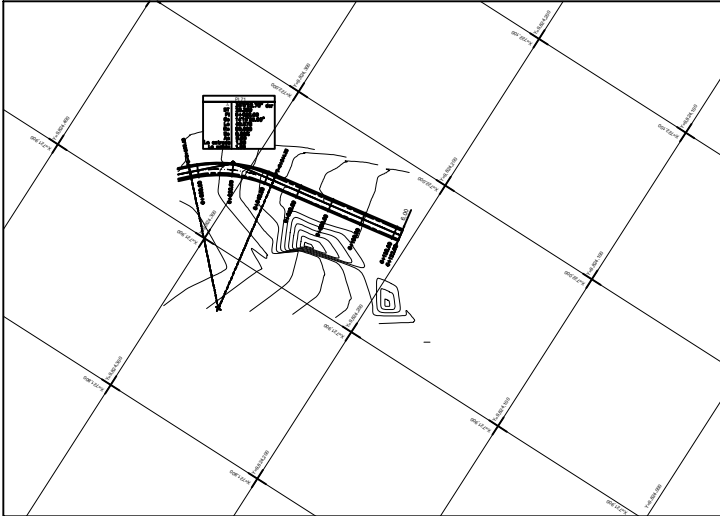

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 TÍTULO: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL
 ASIGNATURA: DISEÑO DE CARRETERAS
 ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JILO MOYNO
 RESPONSABLE DEL PROYECTO: [Nombre] FECHA: 05/04/2017
 RESPONSABLE DEL DISEÑO: [Nombre] Nº: 1/2017
 Nº DE FOLIOS: 6 - 7



SINCRICALCIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----





PERFIL LONGITUDINAL
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

SECCIONES TRANSVERSALES DE LA VÍA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 TÍTULO DE INGENIERO

ESTUDIO DE LA VÍA GIARANDA - JULIO MORENO

FECHA: 14/03/2015
 ESCALA: 1 : 1000
 FOLIO: 7 - 7

SECCIÓN TÍPICA
 Km 0+000 - Km 6+123.68

GE

LEYENDA

- CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
- CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
- CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

SIMBOLOGÍA

○	CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
○	CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
○	CANTON DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA