

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

*Trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de
Ingeniero Civil.*

TEMA:

LAS CONDICIONES DE LA VÍA CUSUBAMBA – QUISAPINCHA,
CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN
EL DESARROLLO SOCIO - ECONÓMICO DEL SECTOR (TRAMO II).

AUTOR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

TUTOR: Ing. Mg. Galo Núñez

AMBATO-ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Mg. Galo Núñez certifico que el presente trabajo de investigación realizado por el señor Jorge Luis Sánchez Hurtado, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi tutoría con el tema “Las condiciones de la vía Cusubamba – Quisapincha, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en el desarrollo socio - económico del sector (Tramo II)” el cual se culminó de manera correcta.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Noviembre del 2015

Ing. Mg. Galo Núñez
TUTOR

AUTORÍA

El trabajo de investigación fue realizado con el objeto de promover el desarrollo socio - económico de sus beneficiarios, siendo responsabilidad exclusiva del autor el diseño, ideas y criterios planteados.

Egdo. Jorge Luis Sánchez Hurtado
AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres que gracias a su trabajo me dieron todas las facilidades para estudiar y poder terminar mi carrera y poder cumplir una meta más en mi vida.

El Autor

AGRADECIMIENTO

A la familia que conforma mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, autoridades y funcionarios administrativos que siempre me han apoyado, de manera especial a mis maestros por sus valiosas enseñanzas técnicas.

A mi tutor **Ing. Mg. Galo Núñez** quien con su grata personalidad y profesionalidad hizo posible la culminación de este proyecto investigativo.

A mis amigos y compañeros por haber compartido momentos inolvidables durante nuestra vida universitaria.

A mi familia que nunca dejo que abandone mis sueños para ser Ingeniero Civil.

A mi gran mentor y amigo **Ing. Patricio López**, que gracias a su generosidad y amabilidad hicieron de este proyecto sea posible sin mencionar su dirección y palabras que en más de una ocasión fueron necesarias para el impulso a la culminación de mi carrera.

A mis grandes amigos **Carlos Escobar, Renato Hidalgo y mi padre Jorge Sánchez** los cuales me apoyaron con su trabajo, dedicación y esfuerzo, en la realización de la topografía en condiciones climáticas casi extremas.

El Autor.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
A.- PÁGINAS PRELIMINARES	
CERTIFICACIÓN	I
AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
B.- TEXTO	
CAPÍTULO I	EL PROBLEMA
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
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.2.6.1. Delimitación del contenido	4
1.2.6.2. Delimitación Espacial	4
1.2.6.3. Delimitación Temporal	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo General	5

1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
-----------------------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.	8
2.4.1. Definiciones	9
2.4.1.1. Vías	9
2.4.1.2. Topografía.....	11
2.4.1.3. Tráfico	13
2.4.1.4. Velocidad	20
2.4.1.5. Diseño geométrico de vías	22
2.4.1.6. Estudios de suelos	49
2.4.1.7. Pavimento.....	58
2.4.1.8. Sistema de drenaje.....	65
2.5. HIPÓTESIS.....	71
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	72
2.6.1. Variable Independiente	72
2.6.2. Variable Dependiente.....	72

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.	74
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	75
3.3.1. Población.....	75

3.3.2. Muestra.....	75
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	76
3.4.1. Variable Independiente:	76
3.4.2. Variable Dependiente.....	77
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	77
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	78

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	79
4.1.1. Análisis de los resultados de la encuesta.	79
4.1.2. Análisis de resultados del estudio de tráfico	83
4.1.3. Análisis de resultados del estudio de suelos.	90
4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	92
4.2.1. Interpretación de los datos de la encuesta	92
4.2.2. Interpretación de los datos del estudio de tráfico.....	94
4.2.3. Interpretación de los datos del estudio de suelos	94
4.2.4. Interpretación de los datos del estudio topográfico.....	95
4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	95
4.3.1 Formulación de hipótesis	96

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.	101
5.2. RECOMENDACIONES	103

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS	104
6.1.1. Ubicación	104

6.1.2. Población.....	107
6.1.3. Clima.....	107
6.1.4. Análisis socioeconómico.....	110
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	114
6.3. JUSTIFICACIÓN	114
6.3.1. Justificación Social	114
6.3.2. Justificación Técnica.....	115
6.3.3. Justificación Ambiental.....	115
6.4. OBJETIVOS	115
6.4.1. Objetivo General	115
6.4.2. Objetivos Específicos.....	115
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	116
6.6. FUNDAMENTACIÓN	117
6.6.1. Diseño geométrico de la vía.....	117
6.6.2. Diseño de la estructura del pavimento	118
6.6.3. Diseño del sistema de drenaje	119
6.7. METODOLOGÍA	119
6.7.1. Estudio topográfico	119
6.7.2. Diseño Geométrico.....	120
6.7.2.1. Diseño Horizontal	120
6.7.2.2. Diseño vertical	125
6.7.3. Diseño del pavimento.....	127
6.7.4. Sistema de drenaje.....	152
6.7.4.1. Diseño de cunetas.....	152
6.7.4.2. Diseño de alcantarillas	162
6.7.5. Señalización	163

6.7.5.1. Señalización horizontal	163
6.7.5.2. Señalización vertical	166
6.7.6. Cálculo de volúmenes	173
6.7.7. Presupuesto referencial	176
6.7.8. Cronograma valorado.....	178
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	179
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	179
6.9.1. Seguridad, señalización y gestión ambiental	180
ANEXOS.....	182

ÍNDICE GRÁFICOS

CONTENIDO	PAG.
Gráfico N° 1.- Curvas de nivel y perfiles transversales	11
Gráfico N° 2.- Bandas UTM	12
Gráfico N° 3.- Curvas de nivel y perfiles transversales	13
Gráfico N° 4.- Factor de la hora pico (FHP)	16
Gráfico N° 5.- Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el TPDA... 18	
Gráfico N° 6.- Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal.....	25
Gráfico N° 7.- Distancia de parada	26
Gráfico N° 8.- Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	28
Gráfico N° 9.- Elementos de curvas circulares simples	31
Gráfico N° 10.- Coeficientes de fricción lateral.....	32
Gráfico N° 11.- Estabilidad de la calzada en curvas	35
Gráfico N° 12.- Transición del peralte	37
Gráfico N° 13.- Transición de sobreebanco.....	40
Gráfico N° 14.- Curva vertical convexa.....	42
Gráfico N° 15.- Curva vertical cóncava	44
Gráfico N° 16.- Sección transversal de una vía.....	46
Gráfico N° 17.- Esquema de taludes típicos.....	48
Gráfico N° 18.- Características de una calicata.....	51
Gráfico N° 19.- Curva típica del ensayo de compactación	56
Gráfico N° 20.- Estructura de pavimento flexible.....	60
Gráfico N° 21.- Área de drenaje de una cuneta.....	66
Gráfico N° 22.- Secciones típicas de cunetas.....	67
Gráfico N° 23.- Dimensiones típicas de cuentas triangulares	68
Gráfico N° 24.- Dimensiones típicas de cuentas triangulares	69

Gráfico N° 25.- Elementos de una corrugación en acero	70
Gráfico N° 26.- Elementos de una corrugación en acero	71
Gráfico N° 27.- Ubicación de las estaciones de conteo vehicular.....	84
Gráfico N° 28.- Distribución de tráfico vehicular.....	85
Gráfico N° 29.- Volumen de tránsito en hora pico.....	85
Gráfico N° 30.- Composición del tránsito actual	88
Gráfico N° 31.- Composición del tránsito actual	89
Gráfico N° 32.- Determinación del CBR de diseño.	92
Gráfico N° 33.- Mapa de ubicación general, dentro de la Provincia de Cotopaxi	105
Gráfico N° 34.- Ubicación del proyecto.....	106
Gráfico N° 35.- Distribución temporal de precipitación	110
Gráfico N° 36.- Distribución temporal de temperatura	110
Gráfico N° 37.- Espesores de las capas de pavimento	137
Gráfico N° 38.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1	138
Gráfico N° 39.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2	140
Gráfico N° 40.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3	141
Gráfico N° 41.- Cálculo del SN requerido en el software Ecuación AASHTO 93	143
Gráfico N° 42.- Espesores de diseño de la estructura del pavimento.....	149
Gráfico N° 43.- Sección transversal de la vía para un periodo de 20 años	149
Gráfico N° 44.- Sección de la cuneta	153
Gráfico N° 45.- Estación meteorológica	157
Gráfico N° 46.- Valores pluviométricos mensuales 2011 (mm)	158
Gráfico N° 47.- Cota máxima y mínima de la descarga de agua lluvia	160
Gráfico N° 48.- Cabezal de entrada.....	162
Gráfico N° 49.- Señalización horizontal	163
Gráfico N° 50.- Líneas horizontales.....	166
Gráfico N° 51.- Señales reglamentarias	167
Gráfico N° 52.- Señales preventivas	168

Gráfico N° 53.- Señales informativas.....	169
Gráfico N° 54.- Señales delineadoras especiales	170
Gráfico N° 55.- Señales delineadoras especiales	170
Gráfico N° 56.- Detalle señalización vertical.....	171
Gráfico N° 57.- Señales turísticas y de servicios	172
Gráfico N° 58.- Señales escolares	172

ÍNDICE CUADROS

CONTENIDO	PAG.
Cuadro N° 1.- Periodo de análisis	19
Cuadro N° 2.- Taza de Crecimiento de Tráfico.....	20
Cuadro N° 3.- Clasificación de una carretera en función del Tráfico proyectado.....	20
Cuadro N° 4.- Velocidades de diseño	21
Cuadro N° 5.- Valores de velocidad de circulación (km/h)	22
Cuadro N° 6.- Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo.....	26
Cuadro N° 7.- Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo	29
Cuadro N° 8.- Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente $f_{lateral}$	33
Cuadro N° 9.- Radios mínimos	36
Cuadro N° 10.- Radios mínimos	36
Cuadro N° 11.- Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)	41
Cuadro N° 12.- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas	42
Cuadro N° 13.- Curvas verticales convexas mínimas	43
Cuadro N° 14.- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas	44
Cuadro N° 15.- Curvas verticales cóncavas mínimas	45
Cuadro N° 16.- Valores de ancho de la calzada	46
Cuadro N° 17.- Gradiente transversal para espaldones	47
Cuadro N° 18.- Tamices estándar	54
Cuadro N° 19.- Clasificación de suelos sistema SUCS.....	55
Cuadro N° 20.- Especificaciones del Método Próctor Modificado	57
Cuadro N° 21.- Clasificación de suelos según el CBR obtenido	58
Cuadro N° 22.- Límites granulométricos para sub-bases	62
Cuadro N° 23.- Límites granulométricos para bases.....	63
Cuadro N° 24.- Características de las sub-bases y bases de agregados.....	64

Cuadro N° 25.- Clasificación de las superficies de rodadura.....	64
Cuadro N° 26.- Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.....	66
Cuadro N° 27.- Operacionalización de variable independiente.....	76
Cuadro N° 28.- Operacionalización de variable dependiente.....	77
Cuadro N° 29.- Volumen vehicular durante hora pico.....	83
Cuadro N° 30.- Tráfico promedio diario anual, TPDA.....	87
Cuadro N° 31.- Tránsito atraído.....	87
Cuadro N° 32.- Tránsito actual.....	87
Cuadro N° 33.- Tránsito proyectado.....	88
Cuadro N° 34.- Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	89
Cuadro N° 35.- Límites de Atterberg.....	90
Cuadro N° 36.- Compactación.....	90
Cuadro N° 37.- Valor de resistencia de diseño.....	91
Cuadro N° 38.- CBR Puntual ordenados.....	91
Cuadro N° 39.- Interpretación de datos de las encuestas.....	92
Cuadro N° 40.- Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R.....	94
Cuadro N° 41.- Frecuencias observadas.....	96
Cuadro N° 42.- Frecuencias esperadas.....	97
Cuadro N° 43.- Cálculo del chi cuadrado.....	97
Cuadro N° 44.- Número de columnas y filas.....	98
Cuadro N° 45.- Valores críticos de la distribución X ²	99
Cuadro N° 46.- Tabla de cifras poblacional.....	107
Cuadro N° 47.- Cantidad poblacional según edad.....	107
Cuadro N° 48.- Condiciones climáticas.....	108
Cuadro N° 49.- Condiciones climáticas.....	109
Cuadro N° 50.- Indicadores de educación.....	111
Cuadro N° 51.- Condiciones climáticas.....	112
Cuadro N° 52.- Niveles recomendados de confiabilidad.....	128

Cuadro N° 53.- Factor de desviación normal	129
Cuadro N° 54.- Factores de daño según el tipo de vehículos FD.....	133
Cuadro N° 55.- Factores de daño según el tipo de vehículos FD.....	134
Cuadro N° 56.- Factor de distribución por carril DC	134
Cuadro N° 57.- Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes	137
Cuadro N° 58.- Módulos de la carpeta asfáltica a_1	139
Cuadro N° 59.- Coeficiente estructural de la capa base a_2	140
Cuadro N° 60.- Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3	141
Cuadro N° 61.- Calidad de drenaje	142
Cuadro N° 62.- Coeficientes de drenaje m_2 , m_3	142
Cuadro N° 63.- Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica.....	151
Cuadro N° 64.- Criterios de diseño para mezclas Marshall	152
Cuadro N° 65.- Coeficientes de rugosidad de Manning.....	154
Cuadro N° 66.- Coeficientes de rugosidad de Manning.....	155
Cuadro N° 67.- Valores de coeficiente de escorrentía	156

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: “LAS CONDICIONES DE LA VÍA CUSUBAMBA – QUISAPINCHA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO - ECONÓMICO DEL SECTOR (TRAMO II).”

AUTOR: Egdo. Jorge Luis Sánchez Hurtado

FECHA: Noviembre, 2015

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto está encaminado al diseño de la vía entre el sector de Cusubamba y Quisapincha realizando los estudios de suelos se determinó el tipo de suelo y sus propiedades mecánicas, se determinó el número de vehículos con el conteo de tráfico (T.P.D.A), estudio topográfico, diseños geométricos viales con sus respectivas secciones transversales de la calzada con el diseño de cunetas, lo que permitirá el mejoramiento de la vía, proponiendo la utilización de recursos propios de la vía el valor de CBR.

Se realizó un presupuesto referencial, con los diseños definitivos propuestos y el cálculo de volúmenes de obra. También se presenta el análisis de precios unitarios y un cronograma valorado de trabajo con sus respectivas actividades para su ejecución en forma secuencial, lo que permitirá la realización del proyecto, así como recomendaciones para la construcción de la vía.

Finalizado el proyecto investigativo será entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cusubamba, como aporte de la Universidad Técnica de Ambato hacia la comunidad, el cual podrá hacer uso del mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

Las condiciones de la vía Cusubamba – Quisapincha, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su Incidencia en el Desarrollo Socio - Económico del Sector (TRAMO II).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

Las vías es una de las principales estructuras civiles de crecimiento en el país ya sea de tipo económico, social, cultural y otros. Una nación que posea vías de primera calidad es el principal motor para su desarrollo, con esto si el desarrollo de un país está en que el mismo posea de una red vial segura, estética, y de calidad.

Actualmente el estado ecuatoriano gasta sus recursos en el crecimiento de la red vial, mantenimiento, y mejoramiento de las mismas. Con esto el gobierno busca el desarrollo socio - económico del país mediante las obras viales.

Las obras viales cuando pasan por un poblado llevan consigo el desarrollo, económico dada por la facilidad de transporte de los diferentes productos de la región, sin decir que su crecimiento se podría dar por el turismo y otras formas de ingreso que representaría tener una vía de buen estado, con la misma se reduciría los costos de mantenimientos de los automotores. Con respecto al ámbito social las personas podrían recibir una mejor educación, centros de salud, calidad de vida e inclusión puesto que no sería un problema llegar a estos lugares.

En la provincia de Cotopaxi la red vial en ciertas zonas es muy deteriorada o en ciertos lugares inexistentes, por lo cual en estos lugares son de difícil acceso así

creando una brecha en desarrollo del sector, por lo cual es un impedimento para el crecimiento de la provincia a varios niveles como son social, político, económico por causa de una baja calidad de vida de la población.

Dado a la gran cantidad de poblados y a su difícil acceso de la provincia de Cotopaxi es complicado que todos estos poblados sean beneficiados con el plan vial de la provincia por lo cual estas presentan condiciones poco convenientes y en ocasiones imposibles para la circulación de vehículos. (Plan Maestro de Vialidad, 2002).

El trecho de la vía que une las parroquias de Cusubamba y Quisapincha se encuentra localizado en un sector de transición entre la provincia de Tungurahua y Cotopaxi debido al estado en que se encuentran las condiciones topográficas y naturales de esta zona es difícil de proveer de un buen mantenimiento de la vía existente sin mencionar que un tramo no posee ningún tipo de vía.

La vía presenta una topografía irregular debido que se encuentra en el páramo en toda la extensión se dispone de un empedrado en malas condiciones dadas por el clima y un deficiente mantenimiento de la misma hasta aproximadamente 7 Km de su longitud y por lo que resta de su tramo es un camino de tierra en condiciones que hacen que su transición sea difícil y poco segura.

Estos problemas provocan un retardo en el desarrollo de la calidad de vida de los habitantes del sector, los mismos que se dedican a la agricultura y ganadería, que no pueden transportar sus productos a los diferentes mercados.

Con una vía que cumpla con todas sus necesidades como las condiciones de comodidad, seguridad y calidad los habitantes podrán llevar sus productos a otras zonas con rapidez y seguridad, además que se podrá facilitar el acceso de estudiantes a centros educativos de la parroquia de Cusubamba; mejorando la calidad de vida de los habitantes.

1.2.2. Análisis Crítico

La falta de una vía es imprescindible en este sector que cumpla con todos los requisitos de vialidad sean dados por normas y/o especificaciones referentes con el diseño geométrico de la misma y el diseño del pavimento, esta es de suma

importancia puesto que los habitantes de esta zona no tienen una movilidad segura y adecuada para sus productos ya sean de tipo agrícola, ganadero y otros.

La adecuación para un óptimo diseño geométrico de la vía y del pavimento en el tramo Cusubamba – Quisapincha en el tramo a partir del kilómetro siete de la vía es urgente contar con un diseño debido que este tramo de la vía no cuenta con ningún tipo de delineación el tipo de camino es considerado improvisado, por lo que es primordial para mejorar el comercio de lugar y aumentar el nivel de vida de los habitantes.

1.2.3. Prognosis

Al no realizarse este proyecto, direccionado hacia el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes aledaños a la vía Cusubamba – Quisapincha; no se está ofreciendo la ayuda necesaria que necesita este sector para impulsar su desarrollo socio – económico e impidiendo que existan maneras eficientes de transportar los productos y bajas en daños a los vehículos, consecuentemente impidiendo el incremento del nivel de vida.

1.2.4. Formulación del Problema

¿Cómo inciden las condiciones de la vía Cusubamba – Quisapincha en el desarrollo socio – económico de la Parroquia Cusubamba del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi?

1.2.5. Preguntas Directrices

- ¿Es necesario el mejoramiento de la vía para impulsar el desarrollo socio – económico de los pobladores aledaños a la vía?
- ¿Qué problemas solucionara un adecuado diseño geométrico de la vía?
- ¿Quién se beneficiara con esta información?
- ¿Cuál es la topografía de la zona?
- ¿Cuál es el tráfico?
- ¿Cuál es el tipo de suelo?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1. Delimitación del contenido

- Campo: Ingeniería Civil
- Área : Vías terrestres
- Aspectos: Topografía
Mecánica de suelos
Tráfico
Diseño geométrico de vías
Diseño de la capa de rodadura

1.2.6.2. Delimitación Espacial

El presente trabajo se realizó en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi en el sector de Cusubamba con una longitud total de vía de 5.44 km empezando en la abscisa 7+000 y terminando en la 12+440, ya que este proyecto consta a partir de los 7 km partiendo desde Cusubamba, dando si inicio en las coordenadas UTM N 9877252.311, E 756103.684, M.S.N.M 3613.461, y dando su culminación en las coordenadas N 9873731.243, E 757653.986, M.S.N.M 4090.194

Los ensayos pertinentes y trabajos investigativos se realizará en los laboratorios y en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.3. Delimitación Temporal

El presente estudio se lo realizará de manera independiente en el periodo Mayo - Noviembre del 2015, tiempo en el cual se espera concluir el proyecto.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El propósito de este proyecto es mejorar la calidad de vida de los pobladores, que se ven afectados en el tramo Cusubamba - Quisapincha, de varios aspectos tanto

económicos, sociales y de comunicación vial, al realizar este estudio se busca el desarrollo socio - económico del sector ya que en la gran mayoría se dedican a actividades agrícolas y ganaderas siendo la vía el medio necesario para poder transportar sus productos a los diferentes mercados.

Debido a las anteriores situaciones ofreceremos un medio de desarrollo óptimo para el lugar, mediante una vía de calidad.

Los beneficiarios directos de este proyecto son los usuarios de la vía que une las parroquias de Quisapincha con Cusubamba, si no a las comunidades aledañas a la vía en estudio y a sus respectivas comunidades, manteniendo así una clara visión de desarrollo para el sector mediante la implementación de una vía en este sector.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Analizar las condiciones actuales de la vía Cusubamba - Quisapincha del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones actuales de la vía.
- Determinar las características de la población.
- Realizar el levantamiento topográfico.
- Determinar las características del suelo.
- Identificar el tráfico vehicular.
- Diseñar geométricamente la vía.
- Diseñar la estructura del pavimento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para base para este proyecto se ha tomado como referencia varias investigaciones existentes en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato entre las que se destacan:

La investigación elaborada por el señor Alex Fabián Palacios Guerrero, bajo el tema: “Las condiciones de la vía Capulispamba – Pinguilí del Cantón Mocha, Provincia De Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de la población.” Se concluye que: El tener acceso a una vía es muy importante para el crecimiento de una población ya que ésta contribuye en el desarrollo socioeconómico.

La tesis de grado elaborada por la señorita Estefanía Campoverde, bajo el tema: “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores.” Se concluye que: La construcción de una vía es de vital importancia puesto que facilitará la gestión de otros proyectos de carácter social para las comunidades rurales como Chico Copataza y Villaflora que carecen de servicios básicos, lo que afecta a su forma de vivir.

También será basado en la investigación: “Las condiciones de la vía Tingopamba - San Francisco - Gallo Crista - Potreropamba y su incidencia en el desarrollo socio-económico de la parroquia Chiquicha del cantón San Pedro de Pelileo perteneciente a la provincia de Tungurahua.” realizado por la señorita Paulina Tibán. Se concluye que: Las condiciones actuales de la vía no son óptimas para el tránsito vehicular y peatonal por lo que los moradores establecen la necesidad de

mejorar la infraestructura vial pues este proyecto contribuirá sustancialmente al desarrollo socio-económico especialmente a la producción agrícola puesto que la mayoría de los pobladores se dedica a la agricultura.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

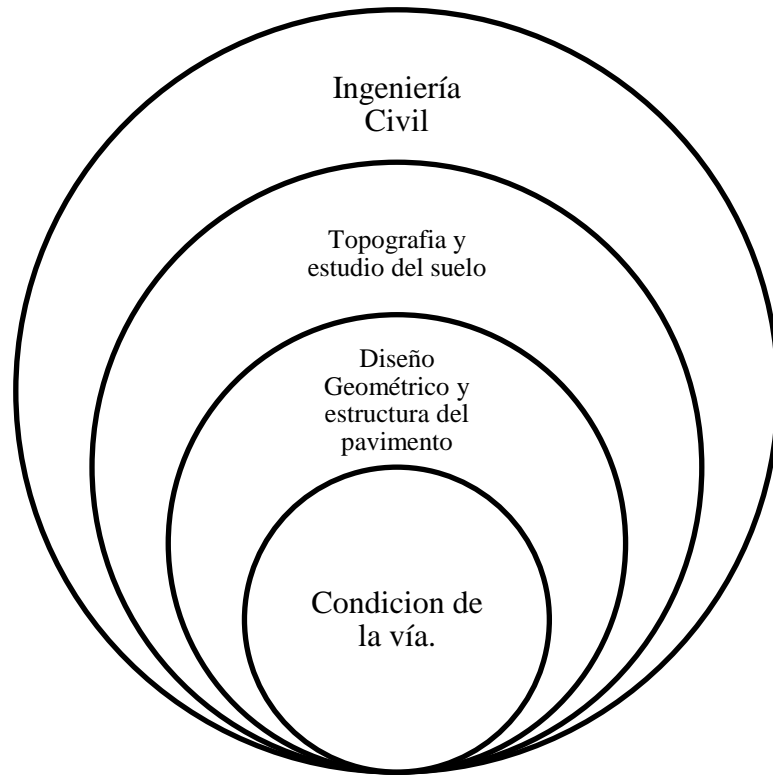
La investigación se da de acuerdo al paradigma crítico-propositivo; crítico por que se facilita la identificación del problema en la que se encuentra la vía y los problemas socio – económicos detallados del lugar del proyecto; propositivo debido que se proyectara una solución al problema, mediante la participación de los habitantes de la zona que se beneficiaran de manera directa o indirecta.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

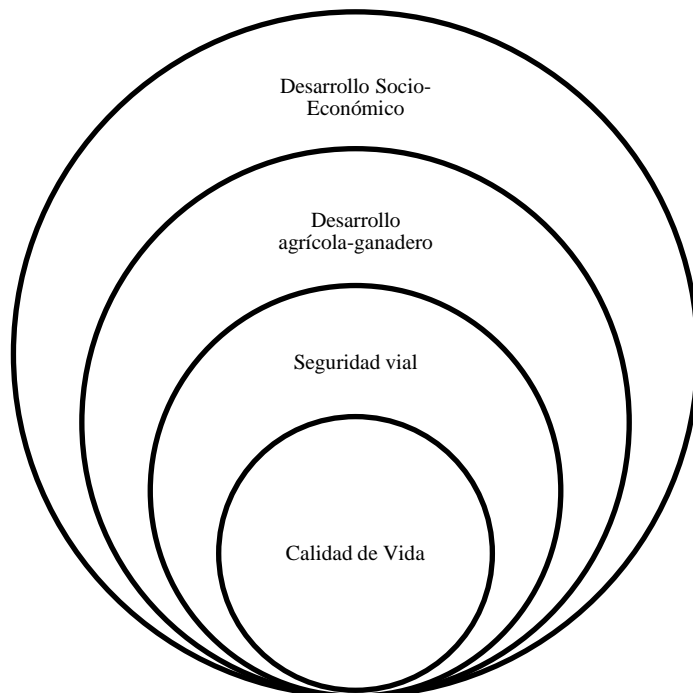
Como fundamentos legales se ha establecido las siguientes:

- Normas de Diseño de Carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2003
- La Norma AASHTO-93, American Association of State Highway Officials (Asociación Americana de Oficiales de Autopista Estatal y Transportación), Diseño de Pavimento Flexible.
- La Norma ASTM D653, American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales), Clasificación de Suelos y Agregados para la construcción de vías.
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ministerio de Transporte y Obras Públicas 001- F - 2003.
- Ley de Caminos Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 del 7 de Julio de 1964.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial Asamblea Nacional Constituyente, 24 de Julio de 2008.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.



Variable Independiente



Variable Dependiente

2.4.1. Definiciones

2.4.1.1. Vías

“La carretera es una infraestructura de transporte terrestre técnicamente acondicionado dentro de una faja de terreno denominado derecho de vía con la finalidad de permitir la circulación de vehículos en forma continua en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad.”¹

Clasificación de Vías:

Por su Competencia

Red vial estatal.- Está constituida por todas las carreteras que se encuentran bajo el exclusivo control del MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas), como única entidad responsable del manejo y control y mantenimiento.

Red vial provincial.- Es el conjunto de las vías terciarias que conectan cabeceras de parroquia y caminos vecinales administradas por cada uno de los Gobiernos Provinciales.

Red vial cantonal.- Es el conjunto de las vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los GAD.

Por su Característica

Autopistas.- Es una vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de acceso y salida. La autopista es el tipo de vía que proporciona un flujo completamente continuo.²

Carreteras multicarriles.- Son carreteras divididas, con dos o más carriles por sentidos, con control parcial o total de acceso y salida.

¹ (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

² (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

Carreteras de dos carriles.- Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y accesos directos desde sus márgenes.

Por el Tipo de Terreno

Llano (LL).- Un terreno es de topografía llana cuando en el trazado del camino no gobiernan las pendientes o son mínimas.

Ondulado (O).- Un terreno es ondulado cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse con las pendientes longitudinales que se lo pueden dar en el trazado.

Montañoso (M).- Un terreno es montañoso cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpado cuando dicha pendiente es mayor al 50%.

Por su función:

Principales o de primer orden.- Son las vías troncales, transversales y accesos a capitales de departamento y cuya función es la de integrar las principales zonas productivas y de consumo entre sí y estas con los puertos del país y con los demás países.

Secundarias o de segundo orden.- Unen las cabeceras municipales entre sí o una cabecera municipal con una vía principal

Terciarias o de tercer orden.- Aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí.³

³ (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

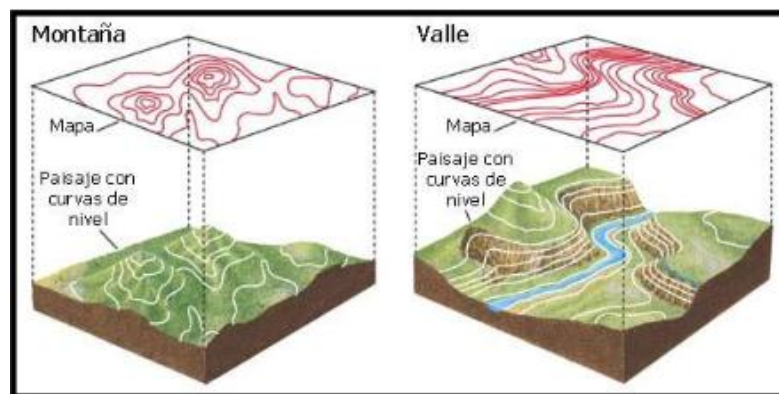
2.4.1.2. Topografía

La topografía es un factor principal, que afecta a la localización física de una vía, sobre todo a las pendientes, alineamientos horizontales y verticales, y sus respectivas secciones transversales.⁴

Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

Todo estudio de ingeniería, desde el proyecto de un tramo de carretera o una línea eléctrica hasta el diseño de un sistema de riego, precisa una representación clara y fidedigna del terreno en el que se va a desarrollar. Sobre esta representación, el equipo de ingeniería proyectará las obras a realizar, efectuará los cálculos y valorará los costes y la viabilidad del estudio. Los mapas topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno utilizando líneas que conectan los puntos con la misma cota respecto de un plano de referencia, denominadas curvas de nivel, en cuyo caso se dice que el mapa es hipsográfico. Dicho plano de referencia puede ser o no el nivel del mar, pero en caso de serlo se hablará de altitudes en lugar de cotas.⁵

Gráfico N° 1.- Curvas de nivel y perfiles transversales



Fuente: Félix González, "Mapas Topográficos"

⁴ (Chocontá R.Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

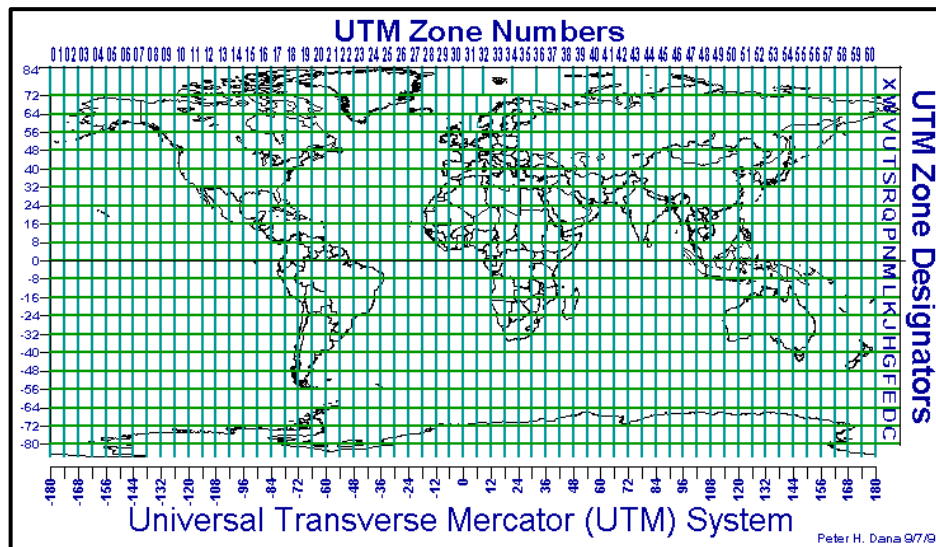
⁵ (García, A., Rosique, M.F. y Torres, M. , 2012. "Topografía")

La topografía no sólo se limita a realizar los levantamientos de campo en terreno sino que posee componentes de edición y redacción cartográfica para que al confeccionar un plano se puede entender el fenómeno representado a través del empleo de símbolos convencionales y estándares previamente normados para la representación de los objetos naturales.

La incidencia del factor topográfico en los costos de construcción de un proyecto vial es considerable y limitante con relación a las características del trazado horizontal, en lo referente a las alineaciones en curva y a la geometría de la sección transversal.

Para efectos de la georeferenciación, debe tenerse en cuenta que Ecuador está ubicado en las zonas 17, según la designación UTM y el elipsoide utilizado es el World Geodetic System 1984 (WGS-84).⁶

Gráfico N° 2.- Bandas UTM



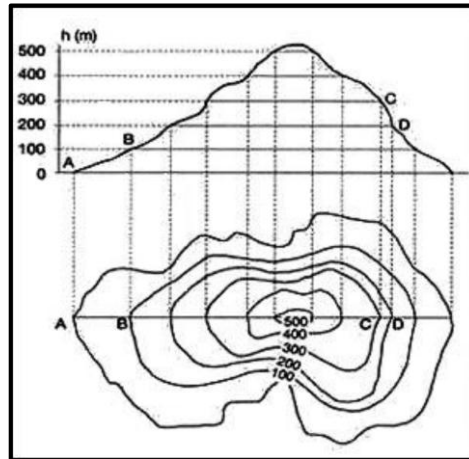
Fuente: Fernández, (2001)

En los diseños definitivos se plasma en láminas todos los componentes del proyecto mostrando las tangentes, el azimut geográfico y las coordenadas referenciales de PIs, PCs y PTs, etc., se recomienda representar los planos de

⁶ (Proyecto previo a la obtencion de titulo, Chariguamán Diego , 2013)

implantación en una escala 1:1000, mientras que el plano del perfil se representa en una escala 1:1000 la sección horizontal y 1:100 la sección vertical por cuestión visual para la apreciación de las curvas verticales y pendientes.

Gráfico N° 3.- Curvas de nivel y perfiles transversales



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Selección de la ruta.- Se entiende por ruta aquella franja de terreno, de ancho variable comprendida entre dos puntos obligados extremos y que pasa a lo largo de puntos obligados intermedios dentro de la cual es factible realizar la localización del trazado de una vía.⁷

2.4.1.3. Tráfico

“El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se deben basar en datos reales de tránsito, o sea, del conjunto de vehículos que circulan o circularan por ella. El tránsito indica para que servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. No es racional el diseño de una carretera sin información suficiente sobre el tránsito, como también lo es diseñar una viga sin conocer las cargas que debe soportar; la información sobre el y tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado”.⁸

⁷ (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

⁸ (Chocontá R. Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

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 inexplotadas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexplotadas.⁹

Tráfico promedio diario anual.- Se abrevia con las letras TPD y representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es importante para determinar el uso anual como justificación de costos en el análisis económico y para diseñar elementos estructurales de la carretera.¹⁰

Para el cálculo del TPDA, según las Normas de diseño geométrico de carreteras MTOP (2003), se debe tomar en cuenta:

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

Tráfico de la hora pico.- Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso.

El tránsito en una carretera presenta variaciones considerables en las diferentes horas del día y del año. En los países donde hay volúmenes grandes, como los EE.UU., con el fin de acomodar bien el volumen de tránsito a la capacidad de la carretera se utiliza para el diseño volúmenes por hora, o volúmenes horarios; entonces es necesario determinar cuál de los 8.760 volúmenes horarios del año es

⁹ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

¹⁰ (Chocontá R.Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

el que se debe utilizar. Aunque aparentemente se debería utilizar el volumen horario máximo del año, o de la hora pico del año, no es así pues eso constituiría un desperdicio de recursos dado que la carretera se utilizaría en toda su capacidad solamente una hora durante el año.¹¹

La hora máxima puede llegar a representar desde el 25 – 38% del TPDA. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño (30 HD), lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario cabe esperar que existan 29 horas en el año en el que el volumen será excedido.¹²

El volumen de tránsito de la hora pico se sitúa normalmente entre el 12 y 18% del TPDA en el caso de carreteras rurales con un término medio del 15%. En carreteras urbanas este volumen se ubica entre el 8 y 12 % del TPDA, por lo que es válido utilizar un 10%, como valor de diseño a falta de valores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito.¹³

Factor de la Hora Pico (FHP).- El factor de la hora pico se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante lapso de 15 min, dentro de dicha hora. Teóricamente el FHP varía desde 0,25 - 1. Un FHP = 1 indica un tráfico completamente uniforme en toda la hora pico. Valores menores indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. En general, el FHP está alrededor de 0.85.¹⁴

$$FHP = \frac{\frac{\text{Total de vehiculos}}{\text{Cuarta parte de la hora pico}}}{\text{Mayor volumen registrado en el lapso de la hora pico}}$$

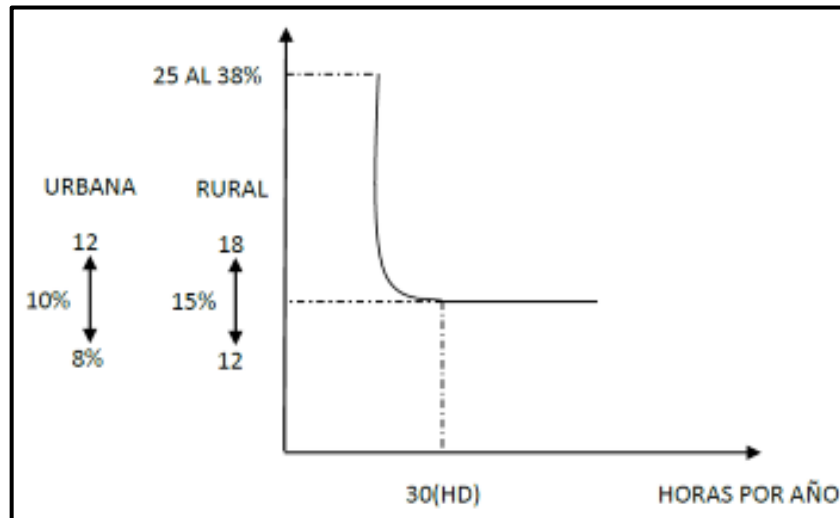
¹¹ (Chocontá R. Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

¹² (Chen G. H.R. , Consideraciones para la prevención de desastres naturales en el diseño de carreteras)

¹³ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

¹⁴ (Proyecto previo a la obtención de título, Tibán Paulina, 2015)

Gráfico N° 4.- Factor de la hora pico (FHP)



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Tráfico actual.- Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es el volumen que circularía al presente en una vía nueva si estuviera en funcionamiento. Para una carretera que va hacer mejorada el tráfico actual está compuesto por:¹⁵

- Tráfico existente.- Es aquel que se usa en la carretera y se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- Tráfico desviado.- Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte una vez que entra en servicio la vía mejorada.

Tráfico futuro.- Se lo determina para 10 y 20 años, debido a que en los caminos vecinales, el diseño se lo realiza primero para 10 años, luego para 20 años respectivamente.

Tráfico generado.- Se refiere a los viajes generados por el desarrollo del sector, el cual se presenta en los dos primeros años de funcionamiento de la carretera.

$$TG = 20\% TPDA$$

¹⁵ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Tráfico atraído.- Es un porcentaje de tráfico que se atraen de otras carreteras, el cual se va a dar por el mejoramiento que se va a realizar a esta vía.

$$TATRAIDO = 10\% * TPDA ACTUAL$$

Tráfico desarrollado.- Es un tráfico inducido, que no existe o no existirá en el futuro. Se refiere al tráfico que genera la producción de la zona.

$$TDESARROLLADO = 5\% * TPDA ACTUAL$$

Tipos de conteo

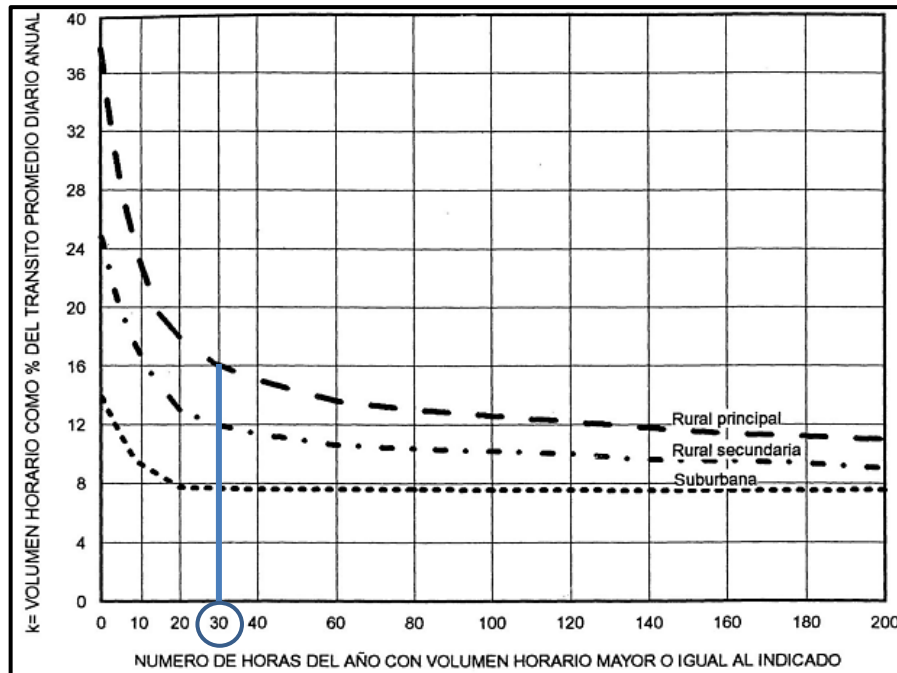
Manuales: Son irremplazables dado que al ser realizado pueden ser razonados por el personal y se pueden obtener datos confiables en lugares de intersecciones o doble sentido.

Automáticos: Utilizan métodos de conteo a base de equipos viales automáticos, aunque se recomienda utilizar este método en vías de un solo carril y en un solo sentido para obtener datos reales lo más ciertos posibles.

Período de observación.- Para este proyecto se tomó como periodo de observación 7 días de la semana con 12 horas seguidas de conteo manual.

Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño).- Para hallar el tránsito horario que se acomode mejor a la economía de las vías se ha usado la curva que presenta los volúmenes horarios del año en orden descendente. En el siguiente gráfico se muestra la relación entre los volúmenes horarios más altos de año y el TPDA.

Gráfico N° 5.- Relaciones entre los volúmenes horarios más altos del año y el
TPDA



Fuente: Cal y Mayort y Cárdenas, (1994)

Esta curva lleva a la conclusión que el volumen horario que se debe usar en el diseño ha de ser el trigésimo más alto del año abreviado como 30 VH es aproximadamente igual al 15% del TPD. Como puede observarse la gráfica, en este punto la curva tiende a una horizontalizarse; quiere decir a partir del valor 30 VH los demás volúmenes horarios difieren poco entre sí, mientras que los anteriores son bastante diferentes, y son poco los demasiado grandes.

Para diseñar la mejora de una carretera se deben hacer conteos de tránsito y determinar el volumen correspondiente a la 30a hora más alta. Si solamente se conoce el TPD, se puede determinar el porcentaje del TPD que le corresponde al 30 VH de vías similares, que usualmente está comprendido entre el 12 y el 18%. Con este factor $K = \text{VHD} / \text{TPD}$ y, conocido el TPD futuro se puede calcular el VHD.¹⁶

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y

¹⁶ (Chocontá R. Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo del 15 por ciento de dicho TPDA.

En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre 8 y 12 por ciento del TPDA, por lo que es válida la práctica de utilizar un 10 por ciento del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito.¹⁷

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 o 20 años por el crecimiento normal del tráfico.

Cuadro N° 1.- Periodo de análisis

Tipo de Carretera	Período de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO, (1993)

Proyección en base a la tasa de crecimiento vehicular

Establecida la tasa de crecimiento vehicular para el periodo de estudio, se aplica al tráfico actual mediante la fórmula:

$$Tp = Ta(1 + i)^n$$

Dónde:

Tp= tráfico Proyectado.

Ta= Tráfico Actual.

i = Tasa de crecimiento vehicular.

n = Número de años para el cual está diseñado el proyecto.

¹⁷ (Proyecto previo a la obtención de título, Campo Verde Estefanía, 2014)

Cuadro N° 2.- Taza de Crecimiento de Tráfico

TAZA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO			
PERÍODO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

Por su tráfico proyectado, las carreteras se clasifican en:

Cuadro N° 3.- Clasificación de una carretera en función del Tráfico proyectado

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

2.4.1.4. Velocidad

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.¹⁸

Con la velocidad de diseño, podremos dar los diferentes parámetros de diseño de la vía tanto en perfil como en planta mediante las tablas proporcionadas por el

¹⁸ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

MTOP, para lo cual utilizares el tipo de suelo o terreno para poder seleccionar una velocidad de diseño.

En conclusión se puede señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño:

Cuadro N° 4.- Velocidades de diseño

Clase de Carretera	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	60
II	100	90	70	90	80	50
III	90	80	60	80	60	40
IV	80	60	50	60	35	25
V	60	50	40	50	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

Nota:

- Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de la vía y/o el relieve es difícil o escarpado.
- Para la categoría de IV y V orden en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd mínimo a 20 km/h

Velocidad de circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.¹⁹

¹⁹ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

$$V_c = 0,8V_d + 6,5 \text{ cuando TPDA} < 1000$$

Dónde:

V_c = velocidad de circulación (km/h)

V_d = velocidad de diseño (km/h)

La velocidad viene expresada en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5.- Valores de velocidad de circulación (km/h)

Vd (Km/h)	Velocidad de Circulación		
	Tránsito Bajo	Tránsito Medio	Tránsito Alto
30	24	23	22
35	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. MTOP 2003

2.4.1.5. Diseño geométrico de vías

En forma particular, el diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal.²⁰

El diseño geométrico en planta de una carretera o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

²⁰ (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

El diseño vertical de una carretera, o alineamiento en perfil es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrara la longitud real del eje de la vía. A este eje también se lo denominara rasante o subrasante.²¹

El diseño geométrico consiste en determinar el eje de la carretera, inicialmente, tanto en planta como en perfil, de acuerdo con el criterio del ingeniero y cumpliendo las especificaciones establecidas para la misma,

En planta, el alineamiento horizontal se empieza a realizar utilizando una línea de ceros adecuada que sirva como guía para trazar los alineamientos rectos; éstos se empalman sucesivamente con arcos de curvas circulares de radios adecuados que luego se complementan con las curvas de transición; así queda establecido el eje de la vía, formado por alineamientos rectos y curvas sucesivos, cumpliendo ciertas especificaciones.

En perfil, el alineamiento vertical se diseña, dibujando el perfil del terreno por donde irá el eje de la vía, en papel milimetrado, a escala horizontal igual a la de la planta y escala vertical diez veces mayor. Para hacer este perfil se abscisa el eje, en planta, y se leen las cotas de los puntos de abscisa redonda interpolando entre las de las curvas de nivel. Sobre dicho perfil se va acomodando la rasante, que es el perfil del eje de la vía, con pendientes convenientes; los tramos de pendiente constante iniciales se empalman después, sucesivamente, por medio de las llamadas curvas verticales.

El diseño geométrico concluye con los volúmenes de movimiento de tierras; para su cálculo es necesario dibujar secciones transversales de la vía a distancias determinadas (20 m).²²

Distancias de visibilidad.- Se define la distancia de visibilidad como la longitud de una carretera visible a un conductor, bajo condiciones expresas.

²¹ (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

²² (Chocontá R. Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

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

A continuación se menciona cada una de ellas.

1. Distancia de visibilidad de parada D_p

Se considera que es igual a la suma de dos distancias:

- a) La distancia recorrida por el vehículo durante el tiempo de percepción del obstáculo por la vista del conductor más el tiempo de reacción del conductor para frenar; y
- b) la distancia requerida para parar o detener el vehículo, después de haber accionado los frenos.

Se han hecho numerosas pruebas científicas para determinar los tiempos de percepción y reacción de los conductores. Como se esperaba, los resultados varían en función de la edad y aptitudes naturales del conductor; de la velocidad que lleve el vehículo en el momento y de las condiciones en que se realice la prueba. Para utilizarlo en estos cálculos, el tiempo de reacción se ha establecido en un segundo, pues se ha encontrado que este valor es suficiente para la mayoría de los conductores; y el tiempo de percepción se han seleccionado ligeramente mayores que el requerido por la mayoría de los conductores y se ha establecido en 1,5 segundos. Así, la AASHTO ha fijado la suma, llamada tiempo PIEV (por las iniciales de perception, intellection, emotion y volution) o tiempo de percepción y reacción, en 2,5 segundos.²³

Se denomina tiempo de percepción al tiempo que transcurre desde el momento que el conductor del vehículo observa un objeto hasta el instante en que llega a la conclusión de que es un obstáculo que obligará a emplear los frenos. Se denomina

²³ (Chocontá R. Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

“tiempo de reacción” al que requiere el organismo de cada individuo para llevar a la práctica la aplicación de los frenos una vez que ha concluido que ello es necesario.

Dónde:

$$d_1 = \frac{V_c}{3.6} t$$

$$d_1 = \frac{V_c}{3.6} (2.5)$$

$$d_1 = 0.70 * V_c$$

d1= distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)

t= tiempo de percepción y reacción (2.5seg)

V_c= velocidad de circulación del vehículo (km/h)

- Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se han aplicado los frenos hasta que aquel se detiene. Este último trayecto se conoce con el nombre de “distancia de frenado”, ésta depende del estado de los frenos y de las llantas del vehículo, la clase y condiciones de pavimento y las pendientes y alineamientos de la vía y se designará la letra d2.

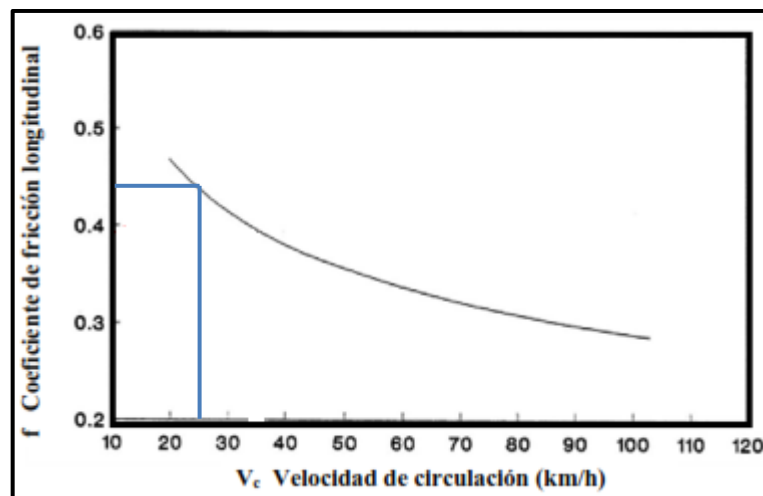
$$d_2 = \frac{V_c^2}{254f} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Dónde:

f = coeficiente de fricción longitudinal

V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresada en km/h

Gráfico N° 6.- Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal



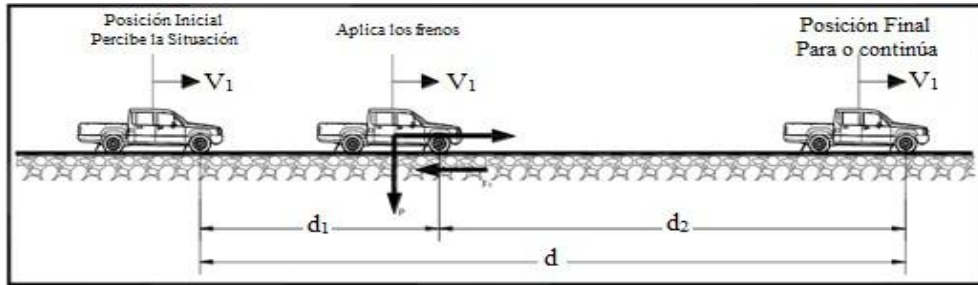
Fuente: Autor

Por lo tanto nos da como resultado:

$$D_p = d_1 + d_2$$

$$D_p = 0.70V_c + \frac{V_c^2}{254f}$$

Gráfico N° 7.- Distancia de parada



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Cuadro N° 6.- Distancia de visibilidad mínima para la parada de un vehículo

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

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

2. Distancia de visibilidad de rebasamiento D_r

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. 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.²⁴

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

d_1 = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

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

d_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril

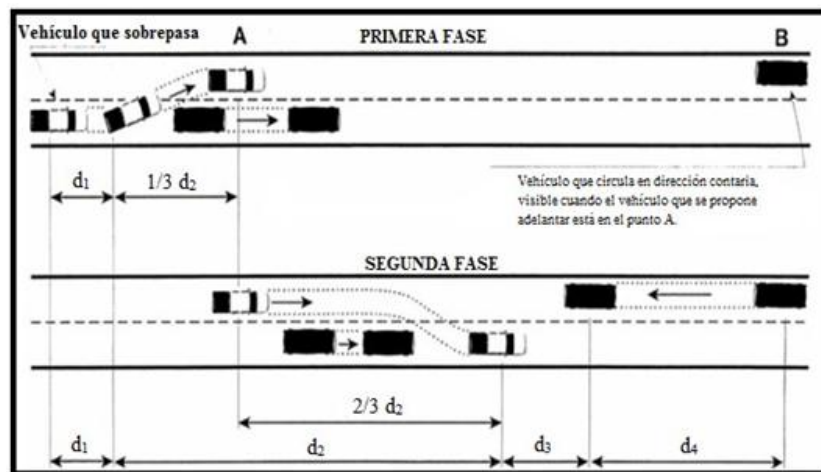
²⁴ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.²⁵

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Gráfico N° 8.- Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo



Fuente: Leclair, (2001)

Se indica la variación de la distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, estando esta variación representada por la siguiente ecuación equivalente:

$$D_r = 9.54V - 218 \quad (\text{Cuando } 30 < V < 100)$$

Dónde:

D_r = distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

V = velocidad promedio del vehículo rebasante (km/h)

Para nuestro país se recomienda los valores de diseño que se indican en el siguiente cuadro. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias que no permitan ofrecer una visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas determinadas o calculadas.

²⁵ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP, 2003)

Cuadro N° 7.- Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

Clase de Carretera	Valor Recomendado			Valor Absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	425	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V < 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Alineamiento horizontal.- El alineamiento horizontal es la representación en planta del eje de la vía, y está constituido por rectas o alineamientos rectos que se conectan entre sí generalmente por medio de curvas circulares que proporcionan el correspondiente cambio de dirección que mejor se acomode al correcto funcionamiento de la vía. Dichas curvas, además, deben ser fáciles de localizar en el terreno y económicas en su construcción.

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reversas. Las simples son las de uso más general; las compuestas se usan menos, en casos especiales, y las reversas no se deben usar sino en casos excepcionales.²⁶

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 estas 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.

²⁶ (Chocontá R.Pedro, 2002. "Diseño Geométrico de Vías")

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.²⁷

- a) Tangentes
- b) Curva circular simple
- c) Peralte
- d) Longitud de transición
- e) Longitud de aplanamiento
- f) Tangente intermedia mínima
- g) Sobreelevación en las curvas

a) Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o 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.²⁸

b) Curva circular simple

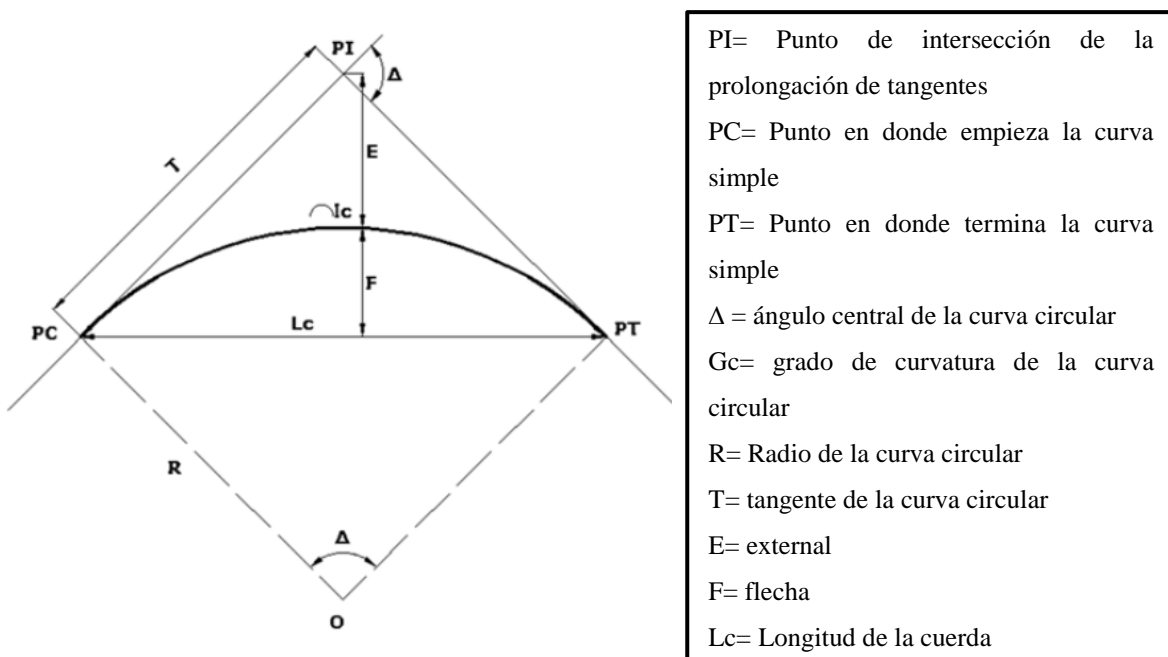
Una curva circular simple es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio, que es asignado por el diseñador como parámetro de diseño como puede ser, para la comodidad de los usuarios, en la economía para la construcción y el funcionamiento de la vía.²⁹

²⁷ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

²⁸ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

²⁹ (Proyecto previo a la obtención de título, Campo Verde Estefanía, 2014)

Gráfico N° 9.- Elementos de curvas circulares simples



Fuente: Chocontá, (2002)

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.

Se representa con la letra G_c y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow G_c = \frac{1145.95}{R}$$

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

$$R = \frac{1145.95}{G_c}$$

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 exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:³⁰

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

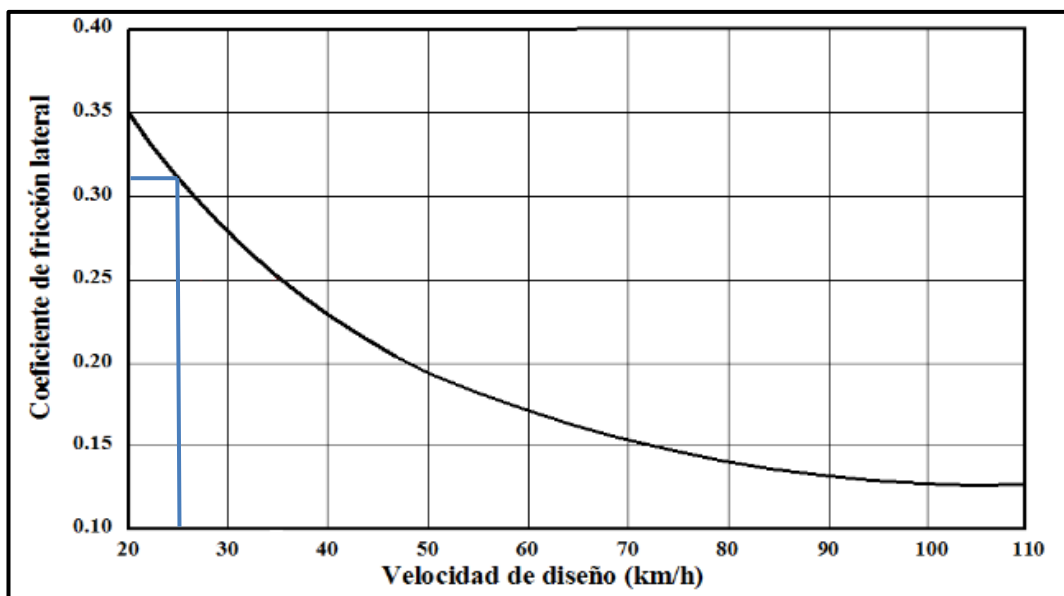
Dónde:

Vd = Velocidad de diseño

e = Peralte

f = Coeficiente de fricción lateral

Gráfico N° 10.- Coeficientes de fricción lateral



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

³⁰ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Cuadro N° 8.- Radios mínimos en función del peralte y el coeficiente $f_{lateral}$

V_d Km/h	$f_{lateral}$	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		e=0,1	0,08	0,06	0,04	e=0,1	0,08	0,06	0,04
20	0,35		7,32	7,68	8,08	15,0	18,0	20,0	20,0
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15,0	20,0	25,0	25,0
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20,0	25,0	30,0	30,0
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30,0	30,0	35,0	35,0
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40,0	42,0	45,0	50,0
45	0,206		55,75	59,44	64,82	55,0	58,0	60,0	66,0
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70,0	75,0	80,0	90,0
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110,0	120,0	130,0	140,0
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160,0	170,0	185,0	205,0
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210,0	230,0	255,0	280,0
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,0	300,0	330,0	370,0
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350,0	375,0	415,0	465,0
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430,0	470,0	520,0	585,0
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520,0	570,0	630,0	710,0

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

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:

$$l_c = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

Tangente de curva o subtangente.- Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes.

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

External.- Es la distancia mínima entre el PI y la curva.

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

Flecha.- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$F = R * \left[1 - \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

Cuerda.- Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva.

$$L_c = 2R * \left[\text{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right]$$

Cuerda Larga.- Distancia en línea recta desde Pc al PT. Se representa con “CL”

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

Ángulo de la cuerda.- Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva:

$$\Phi = \Delta / 2$$

c) Peralte

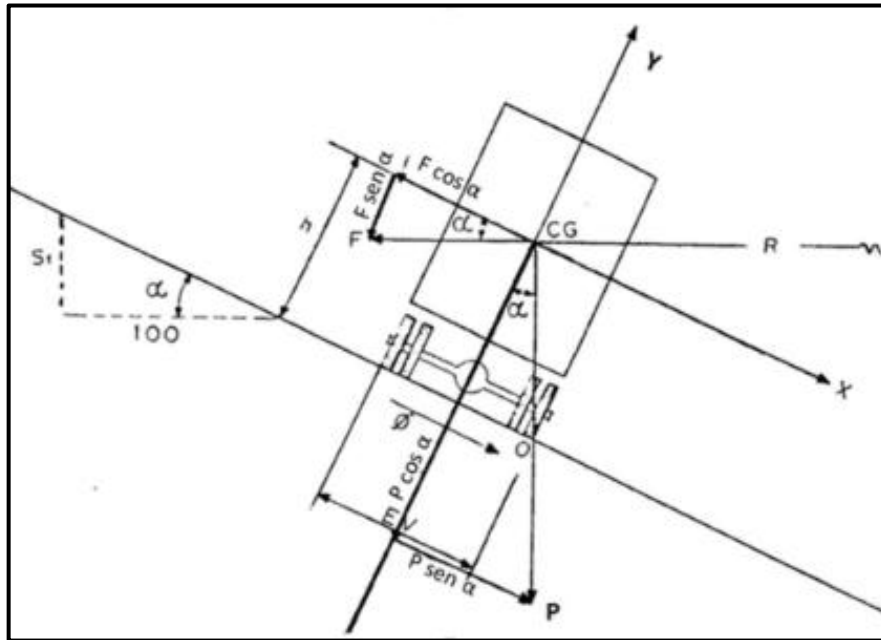
Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Magnitud del Peralte.- 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.

Desarrollo del Peralte.- 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.³¹

³¹ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Gráfico N° 11.- Estabilidad de la calzada en curvas



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Dónde:

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.

El peralte se calcula de la siguiente manera:

$$e = \frac{Vd^2}{127(R - f)}$$

Dónde:

Vd = Velocidad de diseño (km/h)

e = Peralte (%)

f = Coeficiente de fricción lateral

R = Radio de curvatura (m)

Cuadro N° 9.- Radios mínimos

Velocidad (Km/h)	Radios mínimos para no introducir transiciones. (m)
30	90
40	160
50	250
60	400
70	500
80	700
90	800
100	1000
110	1200
120	1500

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

d) Longitud de transición

La longitud de transición (L_T), por simplicidad, se considera desde aquella sección transversal donde el carril exterior se encuentra a nivel o no tiene bombeo, hasta aquella sección donde la calzada tiene todo su peralte (e) completo.

Dónde:

$$L_T = \frac{a \cdot e_c}{i}$$

e_c = Peralte de la curva (%)

a = Ancho de carril (m)

i = Pendiente longitudinal de la vía (%)

Los valores recomendados de la pendiente de borde i para el desarrollo del peralte se ubican en el siguiente cuadro.

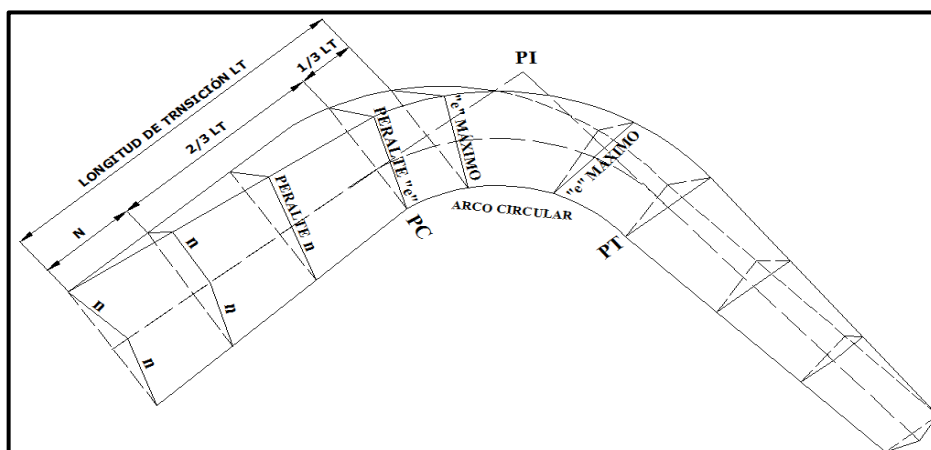
Cuadro N° 10.- Radios mínimos

V_d Km/h	Valor de i (%)	Máxima pendiente equivalente
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182

80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Gráfico N° 12.- Transición del peralte



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes.

$$L_{min} = 0.56 Vd \text{ Km/h}$$

e) Longitud de aplanamiento

Es la longitud necesaria para iniciar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto que empieza la transición.

La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula:³²

³² (Cárdenas, G. J., 2004. "Diseño Geométrico de carreteras")

Dónde:

$$X = \frac{a*b}{i}$$

a = Ancho de carril (m)

b = Pendiente lateral de bombeo (%)

i = Pendiente del borde (%)

f) **Tangente intermedia mínima**

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente. En el caso de dos curvas circulares consecutivas; Es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente. Las longitudes de transición se dividen en: $2/3 L$ en tangente (antes del PC y después del PT), y $1/3 L$ en la curva, (después del PC y antes del Pt), se aplica la siguiente fórmula:

$$T_{IM} = \frac{2 * L_1}{3} + \frac{2 * L_2}{3} + X_1 + X_2$$

Dónde:

T_{IM} = Tangente intermedia mínima (m)

L 1,2 = Longitud de transición (m)

X 1,2 = Longitud tangencial (m)

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $1/3(L_1 + L_2)$.³³

g) **Sobreancho en las curvas**

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobre anchos por las siguientes razones:

a) El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

³³ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

b) La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

c) Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Se puede calcular el sobreancho mediante la siguiente fórmula empírica y recomendada por la AASHTO:³⁴

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

Dónde:

S= Valor de sobreancho (m)

n= Número de carriles de la calzada

R= Radio de la curva circular (m)

L= Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño. (Asume una distancia de 6,10 m para un camión sencillo SU según la AASHTO que se asemeja a los camiones de 2 ejes). (m)

V= Velocidad de diseño (km/h)

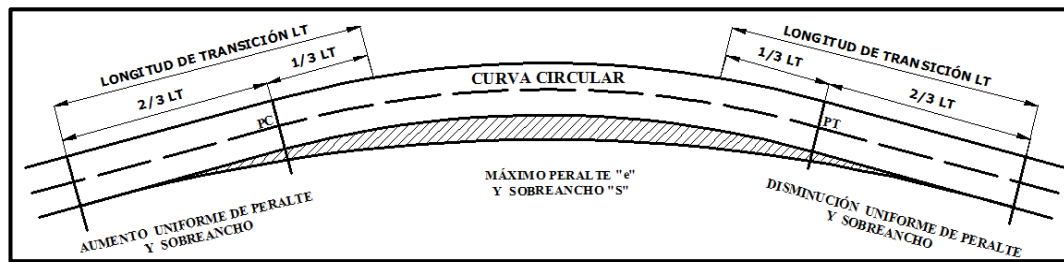
Valores de diseño:

$$S_{\text{mín}} = 0,30 \text{ m para } V_d = 50\text{km/h}$$

$$S_{\text{mín}} = 0,40 \text{ m para } V_d > 50\text{km/h}$$

³⁴ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Gráfico N° 13.- Transición de sobreebancho



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

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.³⁵

a) Gradientes

Las gradientes 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.

Gradiente mínima.- Es el mínimo valor que permite el paso del agua, $G_{mín}=0.5\%$ y según la AASHTO, se tiene una $G_{mín}=0.2\%$. La gradiente longitudinal mínima usual es de 0.5% . Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de $1m$ de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

Gradiente gobernadora.- Es la gradiente media para salvar un desnivel, es una gradiente teórica.

Gradiente máxima.- Es el mayor valor de la pendiente que puede darse a un proyecto, pueden adaptarse a los siguientes valores:

³⁵ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Para gradientes del: 8—10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.
 10—12%, 500 m.
 12—14%, 250 m.

Cuadro N° 11.- Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1000 a 3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V < de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

b) Curvas verticales

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita el drenaje adecuado se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola del eje vertical.

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:³⁶

$$L = \frac{A * S^2}{426} \quad \Rightarrow \text{la expresión mas sencilla} \Rightarrow \quad L = K * A$$

³⁶ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Dónde:

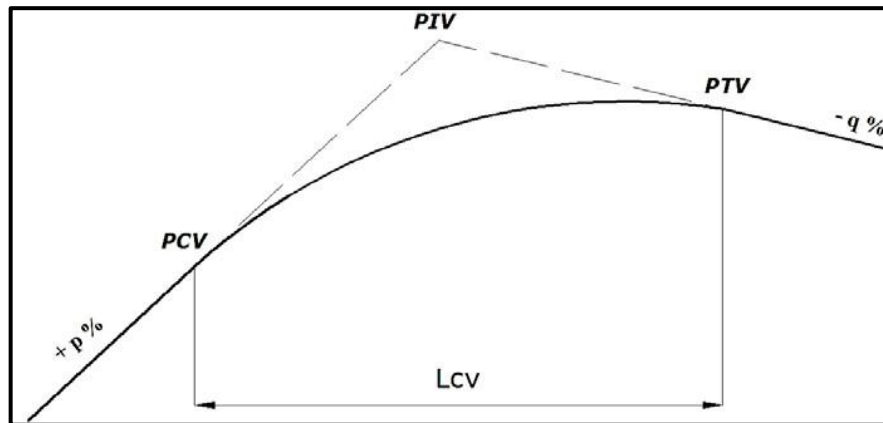
L = Longitud de la curva vertical convexa (m).

A = Diferencia algebraica de las gradientes (%).

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

K = Coeficiente para las diferentes velocidades de diseño.

Gráfico N° 14.- Curva vertical convexa



Fuente: Cárdenas, (2004)

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

Cuadro N° 12.- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-convexas

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V < de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Cuadro N° 13.- Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para Parada “s” (m)	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	11,50	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: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas se indica a continuación:

$$L_{min} = 0.6 * Vd$$

Dónde:

L_{min} = Longitud mínima de la curva vertical

Vd= velocidad de diseño (km/h)

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.³⁷

$$K = \frac{S^2}{122 + 3.5 * S} \Rightarrow \text{la expresión mas sencilla} \Rightarrow L = A * K$$

³⁷ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Dónde:

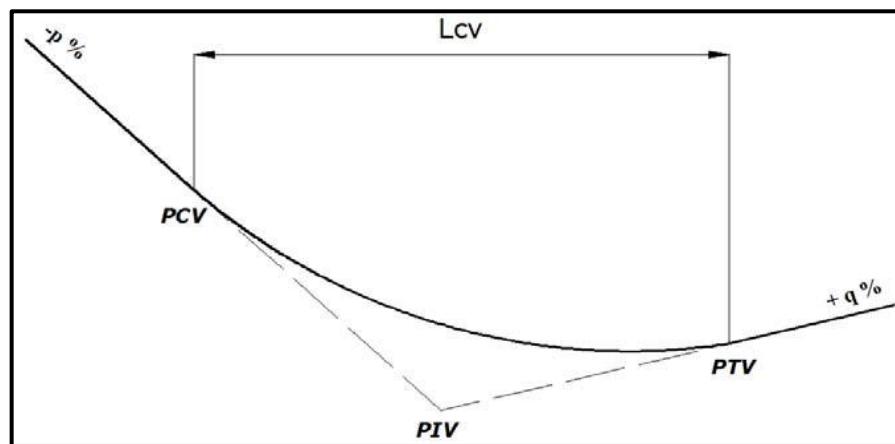
L = Longitud de la curva vertical cóncava (m).

A = Diferencia algebraica de las gradientes (%).

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

K = Coeficiente para las diferentes velocidades de diseño en curvas cóncavas.

Gráfico N° 15.- Curva vertical cóncava



Fuente: Cárdenas, (2004)

En las siguientes tablas indican diversos valores de “K” para las diferentes velocidades de diseño y para varias clases de carretera, respectivamente.

Cuadro N° 14.- Coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V < de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Cuadro N° 15.- Curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad para Parada “s” (m)	Coeficiente $K=s^2/122+3,5*S$	
		Calculado	Redondeado
20	2	2,08	2
25	0	2,98	3
30	2	3,98	4
35	5	5,01	5
40	3	6,11	6
45	0	8,42	8
50	3	9,82	10
60	5	13,35	13
70	4	18,54	19
80	0	23,87	24
90	5	30,66	31
100	0	37,54	39
110	5	43,09	43
120	5	54,28	54

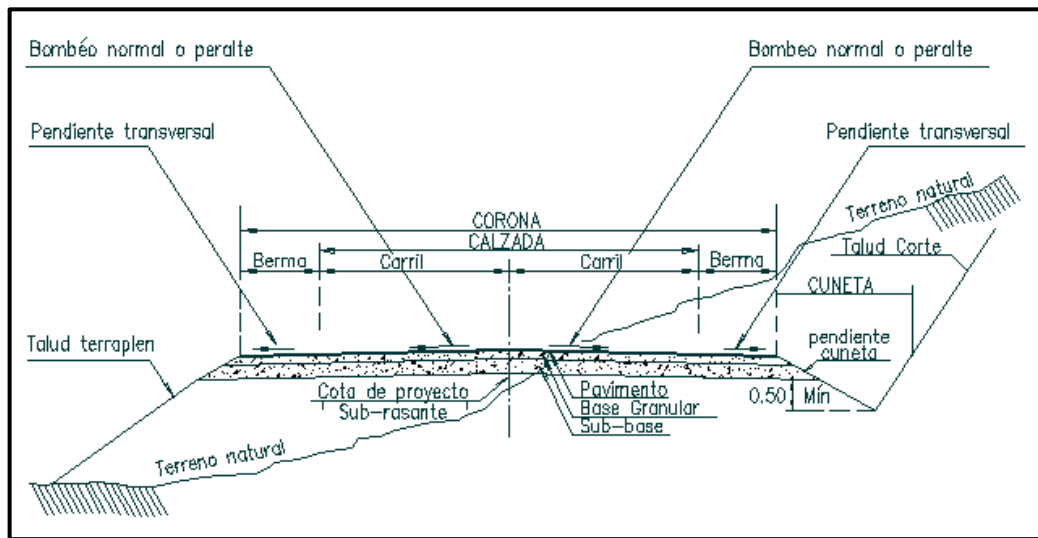
Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Sección transversal de la vía.- La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.³⁸

En la siguiente figura se encuentra gráficamente la sección transversal de una vía:

³⁸ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Gráfico N° 16.- Sección transversal de una vía



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Calzada.- La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación. Se entiende por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.³⁹

La calzada generalmente es pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmando.

Cuadro N° 16.- Valores de ancho de la calzada

Tipo de Carretera	Recomendable	Absoluto
R - I o R - II	7,3 m	7,3 m
I	7,3 m	7,3 m
II	7,3 m	6,5 m
III	6,7 m	6 m
IV	6 m	6 m
V	6,5 m	4 m

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Corona.- Se trata de la superficie de la carretera comprendida entre los bordes externos de las bermas, o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o

³⁹ (Agudelo O, J.J, 2002, "Diseño Geométrico de Vías")

las interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son: rasante, pendiente transversal, calzada y bermas.

Cunetas.- Son zanjas abiertas y longitudinales, construidas en concreto o en tierra, que tienen la función de recoger y canalizar las aguas superficiales y de infiltración y conducir las hasta un punto de fácil evacuación.

Bermas.- Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera.

Las bermas pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada.⁴⁰

Cuadro N° 17.- Gradiente transversal para espaldones

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipos de Superficie	Gradiente %
R-I o R-II	Carpeta de concreto asfáltico.	4,0
I	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4,0
II	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie establecida	4,0
III	Superficie establecida, grava	4,0
IV	D.T.S.B. o capa granular	4,0

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Taludes.- Los taludes son los planos laterales que delimitan la explanación de la carretera. La inclinación de un talud se mide por la tangente del ángulo que forman tales planos con la vertical, en cada sección de la vía, y se designa en tanto por uno, donde la unidad es en el sentido vertical; por ejemplo, un corte 1: ½ es un talud de 1 m vertical por 0.50 m horizontal.

⁴⁰ (Agudelo O, J.J, 2002, "Diseño Geométrico de Vías")

La inclinación de un talud es función de dos elementos:

Tipo de suelo: Dependiendo del tipo de suelo, sus características y propiedades, se define luego de un estudio geotécnico de estabilidad de taludes cual debe ser la inclinación apropiada para que el talud sea estable.

Cuando se trata de roca la inclinación suele ser mucho mayor que para taludes en material común.

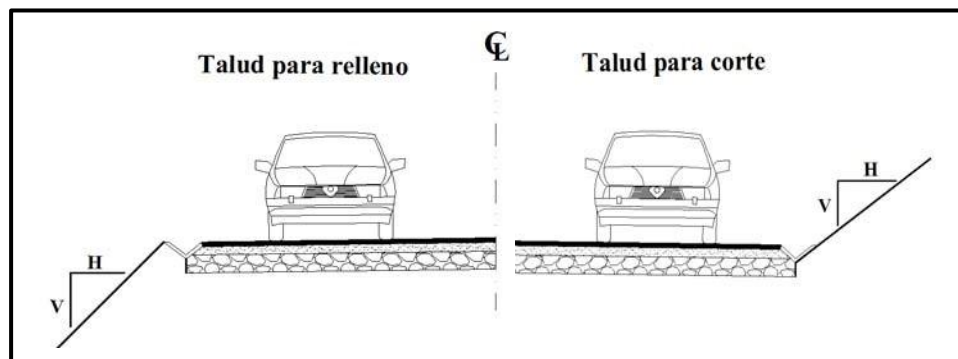
Altura del talud: A mayor altura del corte o terraplén se requiere una menor inclinación del talud. Aún para un mismo tipo de suelo la inclinación suele variar para diferentes rangos de altura. El estudio geotécnico determinará cuál es la inclinación adecuada de un talud en función de la altura de este.

Aunque, tal como se ha indicado, la inclinación de un talud depende de las variables altura y tipo de suelo, a continuación se tienen las más comunes o utilizadas en carreteras.⁴¹

Terraplenes 1: 1½ y 1: 2

Cortes 1:½, 1:1/3 y 1: ¼

Gráfico N° 17.- Esquema de taludes típicos



Fuente: Proyecto previo a la obtención de título, Campo Verde Estefanía, 2014

Bombeo: Es la pendiente transversal de la corona en los tramos rectos del alineamiento horizontal hacia uno u otro lado del eje para evacuar las aguas

⁴¹ (Agudelo O, J.J, 2002, "Diseño Geométrico de Vías")

lluvias de la vía y evitar el fenómeno de hidroneo. El bombeo apropiado debe permitir un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad e inseguridad. Su valor depende del tipo de superficie de rodamiento y sus valores recomendados.⁴²

En este proyecto se escogió un bombeo transversal del 2% según las normas.

2.4.1.6. Estudios de suelos

Mecánica es la parte de la ciencia física que trata de la acción de las fuerzas sobre los cuerpos. De igual forma, la Mecánica de Suelos es la rama de la Mecánica que trata de la acción de las fuerzas sobre la masa de los suelos. El Dr. Karl Terzaghi definió a la Mecánica de Suelos como la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partícula sólidas, producto de la desintegración química y mecánica de las rocas. Recientemente se han incorporado a la terminología de los suelos las acepciones "Geotecnia" e "Ingeniería Geotécnica", que suelen aplicarse como evidencia de que en ellos se están tomando en cuenta los principios y la aplicación tanto de la Mecánica de Suelos como de la Geología y de la Mecánica de Rocas.

Hoy en día es cada vez más concluyente el hecho de que ningún ingeniero que sienta la responsabilidad técnica y moral de su profesión deja de efectuar un estudio de las condiciones del subsuelo cuando diseña estructuras de cierta importancia, ya que ello conlleva dos características que se conjugan: seguridad y economía.⁴³

Las actividades que se debe realizar para la recopilación de la información geotécnica son las siguientes:⁴⁴

- Realizar un reconocimiento preliminar del proyecto para constatar las condiciones generales del suelo
- Determinar el tipo y ubicación exacta de las perforaciones a realizarse

⁴² (Agudelo O, J.J, 2002, "Diseño Geométrico de Vías")

⁴³ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

⁴⁴ (Proyecto previo a la obtencion de titulo,Chariguamán Diego , 2013)

- Observar y clasificar los materiales extraídos de cada perforación
- Tomar muestras representativas para ensayos de laboratorio
- Llevar un registro de cada perforación
- Verificar que todos los ensayos de laboratorio y de campo y evaluar los resultados.

Para el diseño vial este estudio es muy importante debido a que orienta al profesional a determinar el espesor de la capa de rodadura, mediante la adecuada interpretación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Ensayos de laboratorio

a) Sondeo preliminar con Pozo a Cielo Abierto para Diseño Vial.- Para determinar las propiedades de un suelo en laboratorio es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. Un muestreo adecuado y representativo es de primordial importancia, pues tiene el mismo valor que el de los ensayos en sí. A menos que la muestra obtenida sea verdaderamente representativa de los materiales que se pretende usar, cualquier análisis de la muestra sólo será aplicable a la propia muestra y no al material del cual procede, de ahí la imperiosa necesidad de que el muestreo sea efectuado por personal conocedor de su trabajo. Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas. Se dice que una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones que cuando se encontraba en el terreno de donde procede, e inalterada en caso contrario.

Para obtener muestras alteradas el muestreo debe efectuarse según el fin que se persiga. Para tomar muestras individuales de un sondeo a cielo abierto (pozo de 1.50 m x 1.50 m de sección y de la profundidad requerida).⁴⁵

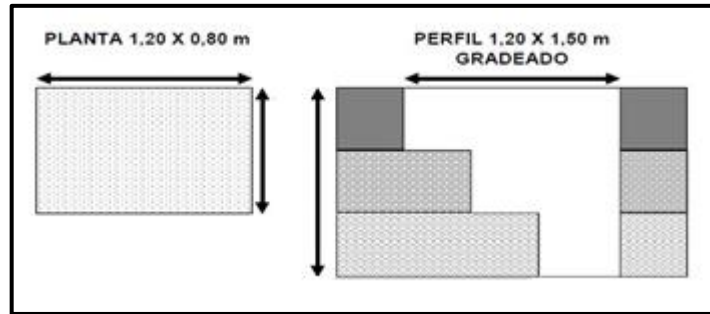
PROFUNDIDAD DE LAS PERFORACIONES

Es imposible establecer un grupo de reglas definitivas para determinar la profundidad a que deben llegar las perforaciones. La profundidad hasta la cual debe investigarse un suelo puede estar basada en el tipo de suelo encontrado y en

⁴⁵ (Proyecto previo a la obtención de título, Tibán Paulina, 2015)

el tamaño y peso de la estructura que se va a construir, considerando que los esfuerzos desarrollados en el suelo dependen de la carga distribuida en toda el área cargada.⁴⁶

Gráfico N° 18.- Características de una calicata



Fuente: Proyecto previo a la obtención de título, Tibán Paulina, 2014

b) Contenido de Humedad.- El contenido de humedad se determina pesando una muestra representativa del suelo en su estado húmedo, secando luego dicha muestra a peso constante en un horno a una temperatura de 100 a 110°C y pesándola después. La diferencia entre el peso de la muestra antes y después de secada al horno representa el peso del agua que contenía la muestra. Este peso del agua expresado como porcentaje del peso seco de la muestra proporciona el contenido de humedad. El contenido de humedad del suelo puede variar desde cero cuando está perfectamente seco hasta un máximo determinado y variable cuando está completamente saturado⁴⁷. El contenido de humedad de un suelo es la relación del cociente del peso de las partículas sólidas y el peso del agua que guarda, esto se expresa en términos de porcentaje como:

$$\omega\% = \left(\frac{W_w}{W_s} \right) * 100$$

c) Límites de Atterberg.- Los límites de Atterberg se utilizan para clasificar el comportamiento de los suelos finos, se basan en el concepto, un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un

⁴⁶ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

⁴⁷ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va adquiriendo los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido.

El objetivo principal de la determinación de los límites de plasticidad es posibilitan la clasificación de los suelos analizados, sin embargo, para quienes tienen alguna experiencia en la práctica de la mecánica de suelos, los valores de los límites son correspondientemente indicativos de un alto o bajo nivel de compresión para poder relacionar con otras propiedades técnicas como la permeabilidad y la resistencia al corte y aplastamiento. Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites:

1. Límite líquido: El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 g/cm^2 . La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula.⁴⁸

2. Límite plástico: El límite plástico (L.P.) se define como el contenido de humedad, expresado en porciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba del límite líquido y al cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable.⁴⁹

Es el menor contenido de humedad para el cual el suelo se deja moldear. Sin agrietarse el suelo, no hay LP, los valores típicos entre arenas y arcillas se encuentran entre 5 y 30%. En arenas la prueba no es posible.

⁴⁸ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

⁴⁹ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

3. Índice plástico: Se denomina índice de Plasticidad o índice plástico (L.P.) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo: sin embargo, el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo⁵⁰

$$I_p = L_L \% - L_P \%$$

Excepciones.- Se indicará la diferencia calculada de acuerdo al párrafo anterior, como el Índice Plástico, excepto en los siguientes casos:

- Cuando el LL o LP no pueden ser determinados, infórmese el Índice plástico Ip como no plástico (NP).
- Cuando el suelo es muy arenoso, el LP deberá determinarse antes del LL. Si el LP no puede ser determinado, indíquese el Ip como Np.
- Cuando el LP es igual o mayor que el LL, indíquese el Ip como Np.

d) Análisis granulométrico.- Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo, el análisis de las partículas se hace por dos formas:⁵¹

- Por vía seca: con el método de la Granulometría, usando una serie de tamices.
- Por vía húmeda: mediante los métodos del Hidrómetro y Sifoneado.

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

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

⁵⁰ (Crespo V. C., 2004, "Mecánica de suelos y Cimentaciones")

⁵¹ (M.Sc. Ing. Mantilla N., F. "Mecánica de Suelos I y II".)

Cuadro N° 18.- Tamices estándar

TYLER STANDARD		US. BUREAU	
MALLA	ABERTURA	MALLA	ABERTURA
NÚMERO	m	NÚMERO	m
3	76.200	4	101.600
2	50.800	2	50.800
-	26.670	1	25.400
-	18.850	¾	19.100
-	13.320	½	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
N	6.680	¼	6.350
N	4.699	N°	4.760
N	3.327	N°	3.360
N	2.362	N°	2.380
N°10	1.655	N°10	2.000
N°20	0.833	N°30	0.500
N°35	0.417	N°40	0.420
N°60	0.246	N°50	0.298
N°100	0.147	N°100	0.149
N°200	0.074	N°200	0.074

Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, "Mecánica de Suelos II"

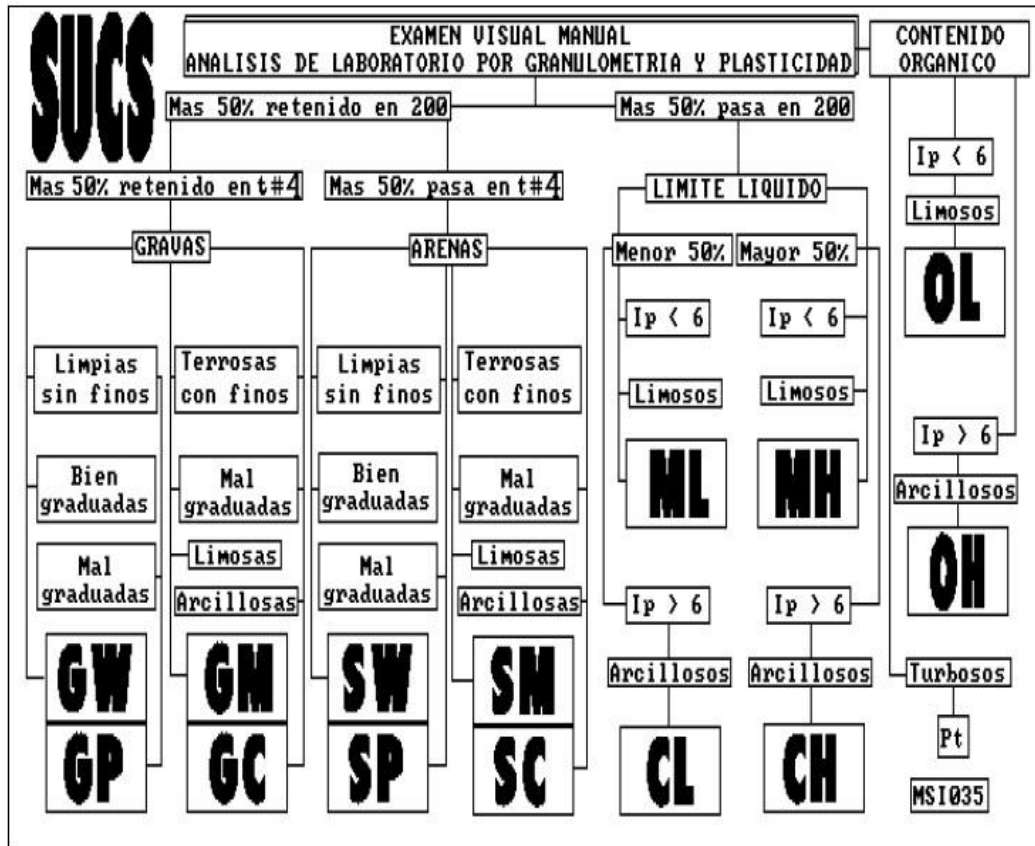
Los suelos granulares presentan un comportamiento favorable para la Ingeniería Civil, sin embargo se destacará que son susceptibles de acomodarse o densificarse por procesos de compactación y su resistencia aumentará, si se han eliminado las partículas finas dejan pasar agua y se convierten en excelentes materiales de filtro. Los suelos cohesivos en cambio presentan un comportamiento desfavorable, altos contenidos de humedad, cuya eliminación produce consolidación, asentamientos y deformaciones de considerable magnitud.⁵²

Identificación y clasificación de los suelos por sistemas granulométricos.- Los suelos se presentan con una variedad infinita y se requiere de una norma general para clasificar a los suelos, los primeros sistemas de clasificación se basaron en características como el color, olor, textura.⁵³

⁵² (M.Sc. Ing. Mantilla N., F. "Mecánica de Suelos I y II".)

⁵³ (Juárez y Rico , 2005, "Mecánica de suelos")

Cuadro N° 19.- Clasificación de suelos sistema SUCS



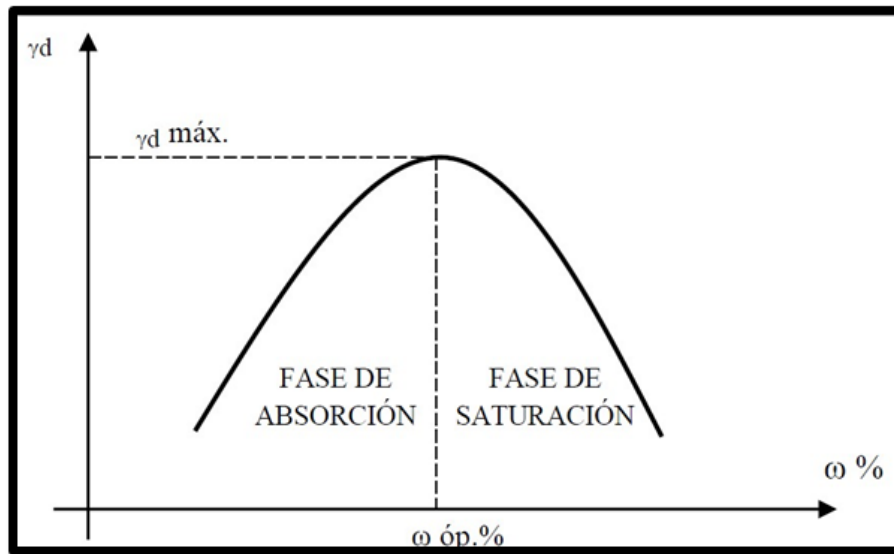
Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, "Mecánica de Suelos II"

e) **Compactación del suelo.**- La AASHTO acogió la propuesta de Próctor y ha establecido distintos métodos para realizar los ensayos de compactación, denominados métodos estándar y métodos modificados y cada uno a su vez tiene especificaciones agrupadas en: A, B, C, y D.⁵⁴

Este ensayo sirve para determinar la máxima densidad seca (γ_d máx) y el óptimo contenido de humedad ($W_{OPTIMA}\%$) que viene a ser el contenido de humedad que da el más alto peso volumétrico seco.

⁵⁴ (M.Sc. Ing. Mantilla N., F. "Mecánica de Suelos I y II".)

Gráfico N° 19.- Curva típica del ensayo de compactación



Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, “Mecánica de Suelos II”

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

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

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

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

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

Cuadro N° 20.- Especificaciones del Método Próctor Modificado

ENSAYO MODIFICADO AASHTO T-180				
Impacto: Altura de caída 18"				
Pistón: Martillo cilíndrico de 10 lb				
MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz #3/4"	Tamiz #3/4"
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pies ³	1/13.33 pies ³	1/30 pies ³	1/13.33 pies ³
Energía de compactación	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³

Fuente: M.Sc. Ing. Francisco Mantilla Negrete, "Mecánica de Suelos II"

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

Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya, y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. Esta relación se expresa en porcentaje.⁵⁵

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo del suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo del suelo patrón}} * 100$$

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como sub-rasantes, sub-bases y bases del pavimento de carreteras y aeropistas, la siguiente tabla da una clasificación típica:

⁵⁵ (Proyecto previo a la obtención de título, Tibán Paulina, 2015)

Cuadro N° 21.- Clasificación de suelos según el CBR obtenido

C.B.R. (%)	Clasificación General	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
< 3	Muy pobre	Sub - rasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 5	Pobre	Sub - rasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
6 - 10	Regular	Sub - rasante	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
11 - 19	Bueno	Sub - rasante	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2 - 5, A2 - 6
> 20	Excelente	Sub - rasante	GW, GM	A1 - a, A2 - 4, A3

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Otras consideraciones del resultado del estudio de suelos.

- 1) En caso la subrasante sea clasificada como pobre (CBR < 6%), se procederá a eliminar el material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 10%, en los espesores para el mejoramiento de subrasante.
- 2) En caso de encontrarse suelos saturados o blandos, o napa freática alta (cercana al nivel de subrasante), el proyectista definirá las medidas de estabilización (cambio de material, adición de roca, pedraplen, y otros.), especificando material relativamente permeable y diseñando los elementos de drenaje y/o subdrenaje que permitan drenar el agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú MTC, 2008).

2.4.1.7. Pavimento

Un pavimento de una estructura, asentado sobre una fundación apropiada, tiene por finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos, a velocidades operacionales deseadas y bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimento, dependiendo del tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico.

La Ingeniería de Pavimentos tiene por objetivo el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la gerencia de pavimentos, de tal modo que las funciones sean desempeñadas con el menor costo para la sociedad. Tratándose, esencialmente, de una actividad multidisciplinaria, donde están involucrados conceptos y técnicas de

las Ingenierías: Geotecnia, de Estructuras, de Materiales, de Transportes y de Sistemas, en vista de la importancia se debe estimar y efectuar el mantenimiento de pavimentos existentes.⁵⁶

Objetivos del pavimento.- La estructura del pavimento, está destinada a cumplir los siguientes objetivos:

- a) Resistir y distribuir a las capas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- b) Mejorar las condiciones de rodadura, con el objeto de dar seguridad y confort.
- c) Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.

Características de los pavimentos.- Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a las cargas impuestas por el tránsito.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal.
- Debe ser durable.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

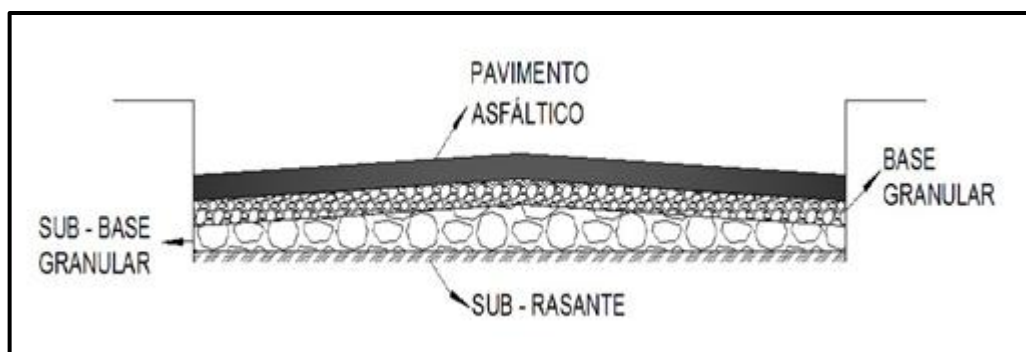
Pavimento flexible

Son aquellos que tienen un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular. La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las

⁵⁶ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cizallantes. En este proceso ocurren tensiones de deformación y tracción en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que provocará su fisuración por fatiga por la repetición de las cargas de tráfico. Al mismo tiempo la repetición de las tensiones y deformaciones verticales de compresión que actúan en todas las capas del pavimento producirán la formación de hundimientos en la trilla de rueda, cuando el tráfico tiende a ser canalizado, y la ondulación longitudinal de la superficie cuando la heterogeneidad del pavimento fuera significativa.⁵⁷

Gráfico N° 20.- Estructura de pavimento flexible



Fuente: Rodríguez Aurelio, "Guía para el diseño y Construcción de Pavimentos", 2008

Capas que conforman un pavimento flexible

- a) **Terrenos de Fundación o terreno natural.**- Aquel que sirve de base para la estructura de pavimentos después de haber terminado el movimiento de tierras y que una vez compactado, tiene las secciones transversales y las pendientes especificadas.
- b) **Superficie o Subrasante.**- "Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones".

⁵⁷ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

La subrasante es aquella que soporta el pavimento. Las técnicas de mejoramiento o estabilización del suelo buscan mejorar las características del terreno, pues de éstas, dependen en gran medida, el espesor total del pavimento. Un suelo se puede mejorar o estabilizar por medios mecánicos o con productos químicos especialmente diseñados para tal fin.

- c) **Sub-base.-** “Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base”. Está constituida por material granular, suelos estabilizados, escorias de altos hornos, entre otros.

Esta capa cumple los siguientes objetivos:

- Servir de capa de drenaje del pavimento
- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y disminuir la plasticidad que perjudican el material de la subrasante o terreno de fundación.
- Controlar la capilaridad del agua, proveniente de niveles freático infrayacentes cercanos.
- El material de sub-base como ya se anoto debe ser seleccionado y con mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado, generalmente está formado por gravas o escoria.

- d) **Base.-** Es la capa que tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares o estar formadas por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante. El material que se utiliza para la construcción de una base debe cumplir los siguientes requisitos:⁵⁸

- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.

⁵⁸ (Ing.Friccson Moreira, 2013, "Cuaderno de apuntes de pavimentos")

- No debe presentar cambios de volumen.
- El porcentaje de desgaste en la máquina de los ángeles debe ser menor o igual al 40%.
- El valor del C.B.R. debe ser igual o mayor al 80%.

Especificaciones técnicas para bases y sub-base

Se presenta entonces las características de los materiales por cada una de las clases de sub-base y base.

Sub-bases de agregados

- a) **Clase 1:** son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino, son obtenidas mediante un proceso industrial, este tipo de sub-bases posee aristas irregulares por lo que se consigue mejor resistencia
- b) **Clase 2:** son construidas por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de grava
- c) **Clase 3:** son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, son materiales más pobres incluso pueden ser redondeadas las partículas.

Cuadro N° 22.- Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3"(76.2 mm)	--	--	100
2"(50.4 mm)	--	100	--
1 ½"(38.1 mm)	100	70-100	--
No.4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	--
No.200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Bases de agregados

- a) **Clase 1:** constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio.
- b) **Clase 2:** constituidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central.
- c) **Clase 3:** constituidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en una planta central.
- d) **Clase 4:** constituidas con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas.

Cuadro N° 23.- Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2”(50.8 mm)	100				100
1 ½”(38.1 mm)	70-100	100			
1”(25.4 mm)	55-85	70-100	100		60-90
¾”(19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	
3/8”(9.5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No.4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No.200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

En el siguiente cuadro resumen se muestran las características de las sub-bases y base de agregados que existen:

Cuadro N° 24.- Características de las sub-bases y bases de agregados

		Límite líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Sub-base de agregados	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50%	≥ 30 %
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80 %
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

- e) **Capa de rodadura.-** Tiene como función principal proteger la capa de base impermeabilizando su superficie para evitar las filtraciones del agua de lluvia. Evita el desgaste de la base debido al tráfico de vehículos y en algunos casos ayuda a aumentar la capacidad de soporte.

Tipos de superficie de rodadura.- Esto depende en gran parte de la velocidad de diseño, 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.⁵⁹

Las superficies de rodadura de la calzada se clasifican según el tipo estructural como se indica en la siguiente tabla:

Cuadro N° 25.- Clasificación de las superficies de rodadura

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL (%)
R-II o R-II	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,50 - 2
I	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,50 - 2
II	Grado estructural intermedio: Concreto asfáltico u hormigón o DTSB.	2

⁵⁹ (Ing.Fricsson Moreira, 2013, "Cuaderno de apuntes de pavimentos")

III	Bajo grado estructural: Doble tratamiento superficial bituminoso o DTSB.	2
IV	Grava o DTSB	2,50 - 4
V	Grava, Empedrado, Tierra	4

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

f) **Rasante.-** Es la que corresponde a la superficie de rodadura e indica la línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino.

2.4.1.8. Sistema 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; y,
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes.⁶⁰

Drenaje longitudinal

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

⁶⁰ (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

Cunetas

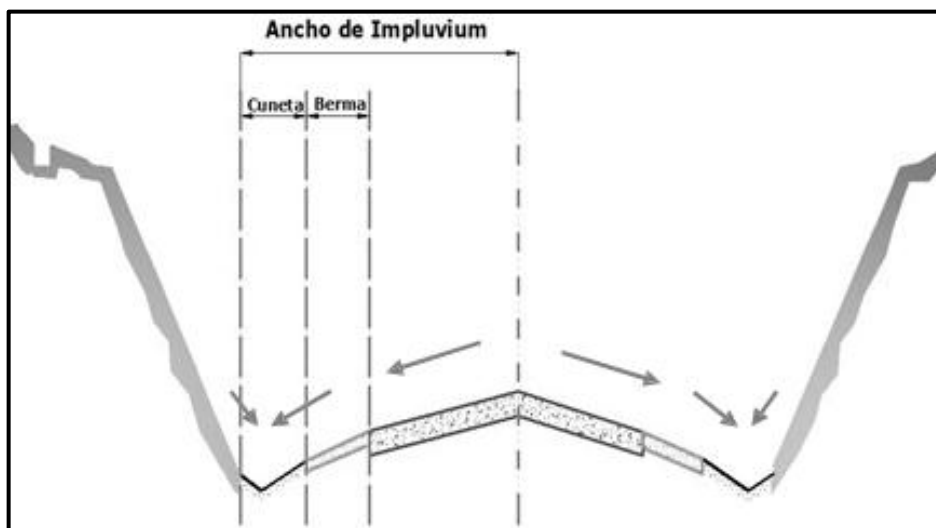
La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua, la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

Cuadro N° 26.- Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

Material	Velocidad (m/s)	Material	Velocidad (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 - 7.5

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Gráfico N° 21.- Área de drenaje de una cuneta



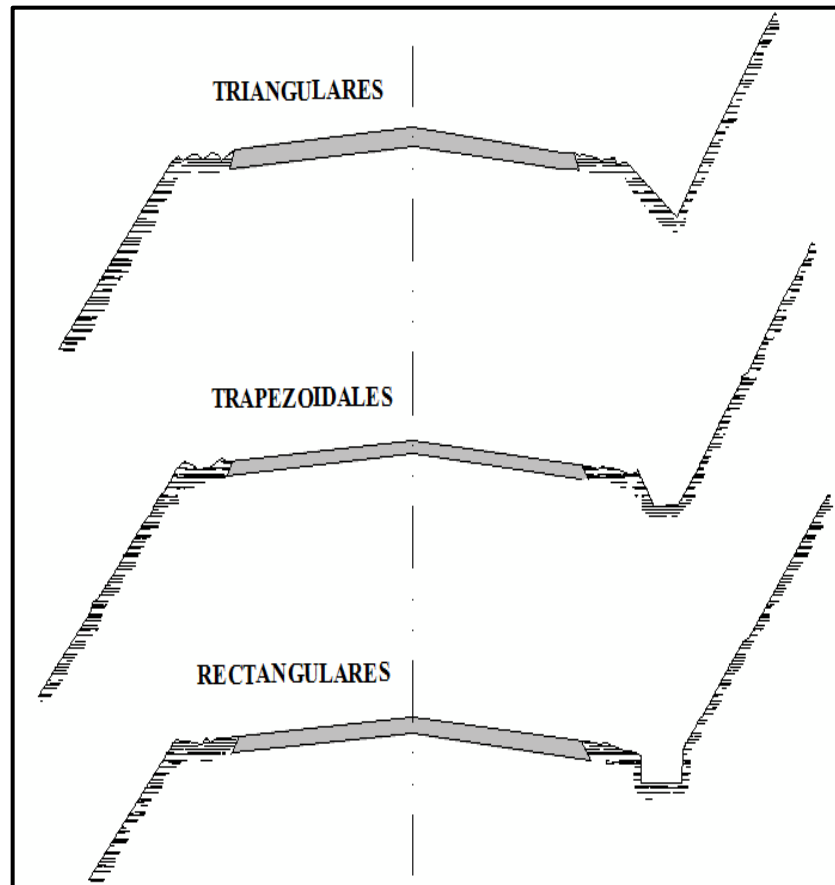
Fuente: Benavides y Lugmaña, (2012)

Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado,

posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se pueden utilizar secciones rectangulares o trapezoidales.

Gráfico N° 22.- Secciones típicas de cunetas

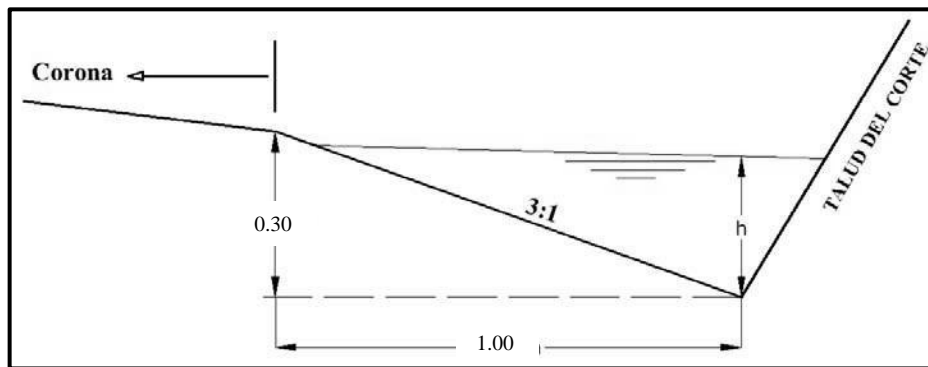


Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido.

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° 23.- Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Drenaje transversal

Alcantarillas

El diseño de alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser drenada y de la carretera a la que prestará servicio. Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es necesaria que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con las limitaciones impuestas por los sistemas de conservación y métodos de mantenimiento.⁶¹

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 ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para colectar aguas provenientes de cunetas.

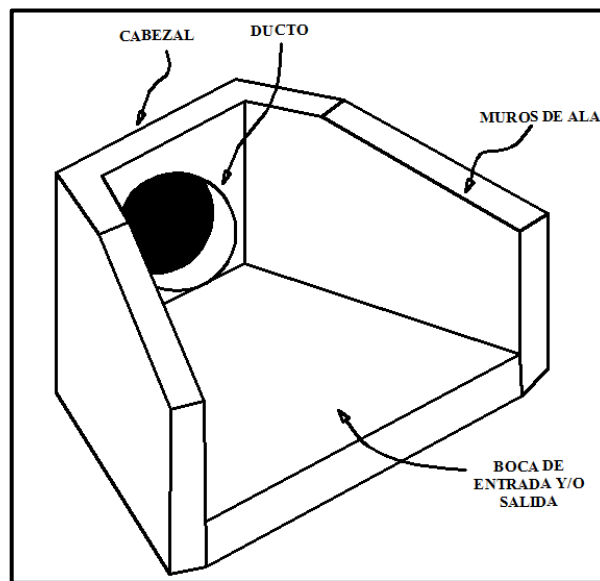
Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las

⁶¹ (Proyecto previo a la obtención de título, Campo Verde Estefanía, 2014)

condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura.⁶²

En el siguiente gráfico se puede observar los elementos que componen una alcantarilla.

Gráfico N° 24.- Dimensiones típicas de cuentas triangulares



Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser:

- circulares,
- rectangulares,
- de arco,
- de ductos múltiples

Alcantarillas metálicas

Las alcantarillas metálicas se construirán empleando tubos de acero corrugado.

⁶² (Normas de Diseño Geométrico de Vías MTOP , 2003)

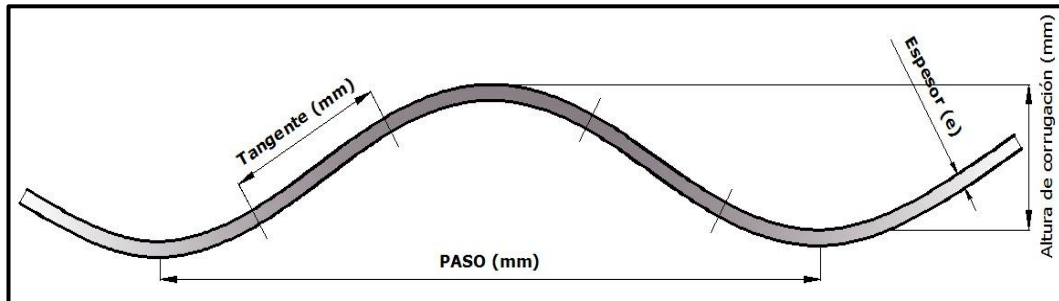
Corrugación: Es la forma longitudinal deformada de la placa de acero, destinada a aumentar su resistencia mecánica. Generalmente la corrugación tiene una forma semejante a la sinusoidal, formada por un arco cóncavo y un convexo, unidos por un tramo rectilíneo. En la corrugación se distinguen los siguientes elementos:⁶³

- a) Paso: Es la distancia entre dos ápices o nodos consecutivos de la corrugación.
- b) Tangente: Es la longitud rectilínea, entre arcos, de una corrugación.
- c) Altura de corrugación: Es el valor de la proyección vertical de la distancia entre un ápice y un nodo de la corrugación.

Diámetro Nominal: Es el diámetro interior de menor dimensión, el cual se emplea para designar la tubería.

Placa: Es cada una de las partes que conforma la tubería, cuando su armado se ejecuta en obra, por facilidad de transporte y montaje.

Gráfico N° 25.- Elementos de una corrugación en acero



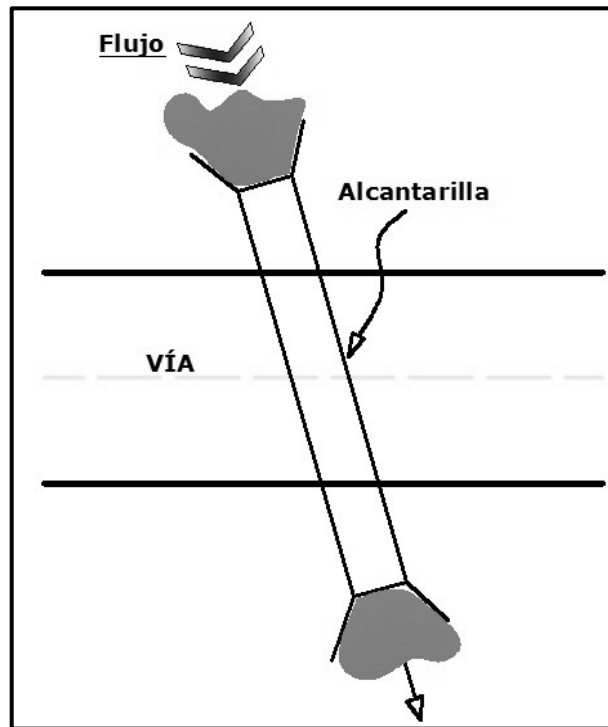
Fuente: INEN, 2005

Alineación

Para drenajes en vías, se deberá tratar en lo posible de alinear a la estructura con el cauce normal, evitando los cambios de dirección bruscos, pues el agua siempre tiende a seguir su curso normal.

⁶³ (Proyecto previo a la obtención de título, Campo Verde Estefanía, 2014)

Gráfico N° 26.- Elementos de una corrugación en acero



Fuente: NOVACERO, (2014)

Pendiente

La pendiente ideal es aquella que no produce ni sedimentación ni erosión. Una pendiente mínima del 0,5% evitará la sedimentación.

Una pendiente del 2,0 % al 3,0 % se considera normal, siempre que la velocidad esté dentro de los límites admisibles.

2.5. HIPÓTESIS

El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de las vía Cusubamba – Quisapincha mejorarán el desarrollo socio- económico en los pobladores de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variable Independiente

El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de la vía Cusubamba – Quisapincha de la parroquia Cusubamba del cantón Salcedo en la Provincia de Cotopaxi.

2.6.2. Variable Dependiente

Desarrollo socio- económico en los pobladores

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El problema motivo del estudio presenta dos variables: una independiente y otra dependiente las cuales recogen varios datos para poder comprobar la hipótesis planteada.

Modalidad Bibliográfica

Para el presente proyecto de investigación casi en su totalidad serán consultas en lo refiere al marco teórico se revisara en libros y monografías de vías, mecánica de suelos, señalización, que podemos encontrar en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica además de poder dar uso a los apuntes de materias recibidas a lo largo de la carrera los cuales serán utilizados.

Modalidad De Campo

Los análisis que se realizaron para encontrar una solución a este problema son: estudios topográficos como el levantamiento de la faja topográfica mediante la estación total donde se especifica donde hay pasos de agua, quebradas, causes de acequias, casas, cerramientos, canchas, además del inventario de la vía, los ensayos de suelo y los conteos de los vehículos para el cálculo del TPDA.

Modalidad Especial.- Se emite una propuesta de solución al problema

Modalidad Experimental

Mediante esta se podrá determinar algunos parámetros importantes para el diseño de la vía como son el caso de datos obtenidos por el suelo como; contenido de

humedad, plasticidad, granulometría y capacidad de soporte (CBR) del suelo a estudio.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

1.-Exploratorio

Se recorre por el límite provincial de Cotopaxi con Tungurahua en el sector de Cusubamba por la vía Cusubamba – Quisapincha, lo que permite observar la topografía, así como las condiciones en las que se encuentra la vía en este sector sin dejar pasar la condición de vida de sus habitantes como su forma de ingreso económico.

2.- Descriptivo

Se establecieron conceptos principales de la manera como se tendrá a cabo el levantamiento topográfico así como la recolección de las muestras para la realización de los ensayos de suelos de esta manera los datos serán experimentales obteniendo datos cuantitativos y cualitativos se podrá observar cuál es el comportamiento de las variables.

3.- Explicativo

Se debe ofrecer una propuesta para la solución al problema dado, proveer de un diseño vial acorde con las normas y necesidades de la población, además de dar un diseño que se pueda adaptar una vía a las condiciones que se presentan en los páramos de la serranía.

4.- Asociación de variables

Con los datos cuantitativos obtenidos se debe realizar una comparación de las variables, confirmar con los datos en estudio y justificar la hipótesis y así obteniendo la solución adecuada para nuestro problema.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Para el presente proyecto la población o universo que se tomará serán los habitantes del sector de Cusubamba, pertenecientes al cantón Salcedo, cuyo número es de 2674 habitantes, teniendo en cuenta que este número es considerando las comunidades aledañas a la zona en estudio las cuales de forma directa o indirecta se verán beneficiados con la vía Cusubamba - Quisapíncha.

3.3.2. Muestra

Es un subconjunto representativo de la población, para obtener una mayor precisión en las estimaciones del tamaño de la muestra, se consideró la fórmula para universos finitos (menores de 100000 hab.), con un nivel de confianza de $Z = 95\%$ (1.96), la fórmula a emplear es:

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

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = población o universo= 2674 hab.

E = Limite aceptable de error muestrable= 9%

σ =Varianza= 0.50

Z =Nivel de confianza= 1.96

Solución:

$$n = \frac{2674 * 0.50^2 * 1.96^2}{0.09^2(2674 - 1) + 0.50^2 * 1.96^2}$$

$$n = 113.57 \text{ hab} \approx 114 \text{ hab.}$$

La muestra que se tomará para la presente investigación será de 120 habitantes.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Variable Independiente:

El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de la vía Cusubamba – Quisapincha de la parroquia Cusubamba del cantón Salcedo en la Provincia de Cotopaxi.

Cuadro N° 27.- Operacionalización de variable independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnicas e instrumentos
<p><i>Diseño geométrico.-</i> Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda definida por el trazado de su eje en plata, en perfil y por el trazado de su sección transversal.</p>	Alineamiento horizontal	Velocidad de diseño Curvas circulares Distancia de visibilidad Radio mínimo Peralte Sobreechancho Longitud de transición	¿Cuál es la velocidad de diseño? ¿Cuáles son los elementos de las curvas circulares? ¿Cuáles son las distancias de visibilidad? ¿Cuál es el radio mínimo? ¿Cuál es el peralte máximo? ¿Cuál es el sobreechancho mínimo? ¿Cuál es la longitud de transición?	Normas MTOP Estación total
	Alineamiento vertical	Gradientes Curvas verticales: • Convexas • Cóncavas	¿Cuál es la gradiente máxima? ¿Qué tipos de curvas existen?	Software GPS
	Sección transversal	Sección típica Calzada Bombeo	¿Cómo es la sección típica ¿Qué ancho tiene la calzada? ¿Cuál es el bombeo natural?	
<p><i>Diseño de la estructura del pavimento.-</i> Combinación de capas de sub-base, base y capa de rodadura colocada sobre una subrasante, para soportar las cargas de tránsito y distribuir los esfuerzos en la plataforma.</p>	Subrasante	CBR	¿Cuál es el CBR de la subrasante?	Ensayos de suelos SUCS Formularios Método AASHTO-93 Especificaciones MOP 2002
	Sub-base	Granulometría Coeficiente de desgaste Índice plasticidad Límite líquido CBR	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la sub-base?	
	Base	Granulometría Coeficiente de desgaste Índice plasticidad Límite líquido CBR	¿Cuál es su granulometría? ¿Cuál es su coeficiente de desgaste? ¿Cuál es su IP? ¿Cuál es su LL? ¿Cuál es el CBR de la base?	
	Carpeta asfáltica	TPDA Número de ejes equivalentes	¿Cuál es su TPDA? ¿Cuál es su número de ejes equivalentes?	
<p><i>Sistema de drenaje vial.-</i> Son las obras de captación y conducción que permiten interceptar el agua que escurre hacia la carretera, desalojarla rápidamente en forma controlada hacia un cauce natural para preservar la buena condición del pavimento.</p>	Cunetas	Caudal Dimensiones	¿Cuál es el caudal de las cunetas? ¿Qué dimensiones poseen las cunetas?	Fórmulas de Maning
	Alcantarillas	Caudal Diámetro	¿Cuál es el caudal de las alcantarillas? ¿Qué diámetro tienen las alcantarillas?	Método racional

Fuente: Autor

3.4.2. Variable Dependiente

Desarrollo socio- económico en los pobladores

Cuadro N° 28.- Operacionalización de variable dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items- Básicos	Técnicas - Instrumentos
El desarrollo socio-económico se conceptúa como un proceso que ocurre en el tiempo e implica mejoras en las condiciones de vida del ser humano a través de una evolución en los ámbitos económico, cultural, político y social. En síntesis, su objetivo primordial es el bienestar humano.	Desarrollo Social.	Salud	¿Cuáles son las condiciones sociales de la zona	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Encuesta • Entrevista
		Educación		
		Política		
	Desarrollo Económico.	Comercio	¿Cómo influye en la economía el diseño de la vía?	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Entrevista
		Agricultura		
		Turismo		

Fuente: Autor

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La observación y la encuesta fueron los métodos utilizados para recolectar información durante la elaboración del proyecto, se inició con un inventario vial para conocer las condiciones actuales de la vía, también se elaboró una encuesta dirigida a los pobladores con la finalidad de conocer la situación actual y las necesidades del sector, posteriormente, para el análisis de las propiedades del suelo se procedió a tomar muestras de suelo en situ para realizar los ensayos respectivos en los laboratorios y de esa forma determinar la capacidad portante del suelo.

También se realizó el levantamiento topográfico a lo largo de trayecto de la vía para determinar el tipo de suelo predominante, además se efectuó el conteo manual de los vehículos que circulan actualmente en ambos sentidos, utilizando una estación de conteo con el propósito de conocer el TPDA, debido que la vía no está en una condición transitable.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Con los datos obtenidos mediante la recolección de las encuestas, del levantamiento topográfico, de los estudios de suelos y del tráfico se procedió a realizar un análisis e interpretación vinculándolos con los objetivos y la hipótesis de la investigación.

Los datos que resultaron de la encuesta se tabularon en tablas y se representaron en gráficos para posteriormente realizar la interpretación con mayor facilidad, en el cual se logró conocer las necesidades de la población involucrada en el proyecto.

Los resultados de los ensayos de suelos como: la granulometría, límites de consistencia, contenidos de humedad y CBR se representaron en tablas de forma clara y concisa.

El inventario vial y el levantamiento topográfico se representaron en tablas y planos, manejados con el software de diseño especializado para vías.

Para el conteo de tráfico se utilizó un procedimiento similar, pues al tabularlo en tablas se puede visibilizar con mayor facilidad el máximo número de vehículos que pasan por un punto de la carretera durante 60 minutos, denominado hora pico. Este es un dato importante para el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento pues nos permite determinar la clase de la carretera y por ende los radios mínimos, velocidad de diseño, peralte, distancia de visibilidad de parada y rebasamiento, gradientes, y otros.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

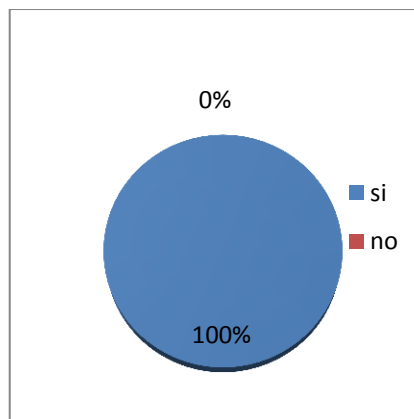
4.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1. Análisis de los resultados de la encuesta.

Con la finalidad de conocer la situación actual y el nivel de aceptación del proyecto se formularon 7 preguntas plasmadas en una encuesta realizada a 120 habitantes de la zona de influencia en la Parroquia Cusubamba, obteniendo los resultados presentados a continuación.

Pregunta 1.

¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?

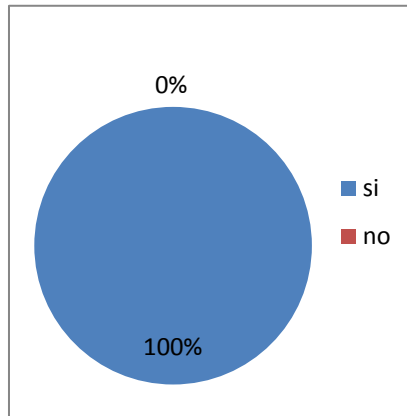


Análisis:

De acuerdo a los datos obtenidos se puede decir con certeza absoluta que a todos los encuestados de un total de 120 personas equivalente al 100% piensan que si se notado un incremento en la población en el sector.

Pregunta 2.

¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?

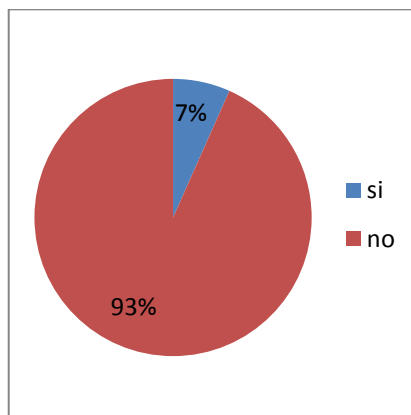


Análisis:

Con un total de 120 personas encuestadas que resultan el 100% piensan que un mejoramiento en la vía mejore la calidad de vida de los habitantes

Pregunta 3.

¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?

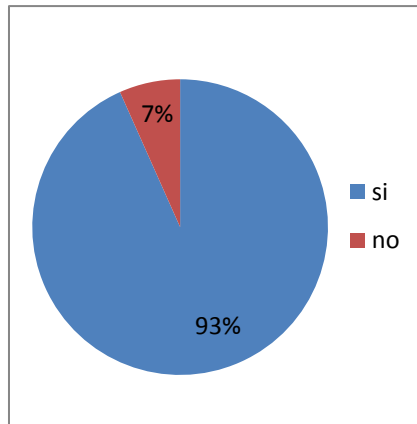


Análisis:

Con un total de 112 personas encuestadas que resultan con el 93% piensan que no se realizado ningún tipo de estudio para la vía, y con 8 personas que representa el 7% mencionan que si ha habido un estudio en la vía.

Pregunta 4.

¿Estaría de acuerdo usted de dar paso a una vía que pase por su predio?

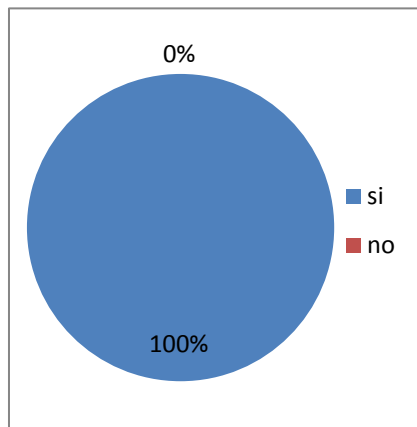


Análisis:

Con un total de 112 personas encuestadas que resultan con el 93% piensan que si se podría dar paso por sus propiedades, y con 8 personas que representa el 7% mencionan que no darían paso por sus propiedades.

Pregunta 5.

¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?

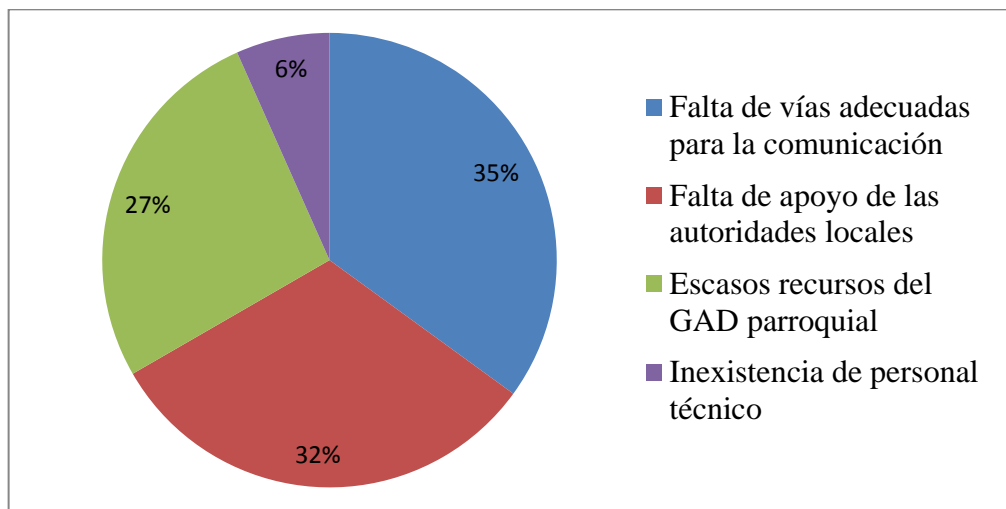


Análisis:

Con un total de 120 personas encuestadas que resultan el 100% estan de acuerdo que su economía, y que el desarrollo social se vería incrementado con una vía de calidad.

Pregunta 6.

¿Cuál de los siguientes aspectos considera que ha sido el problema por el cual no hay un buen desarrollo en la zona?

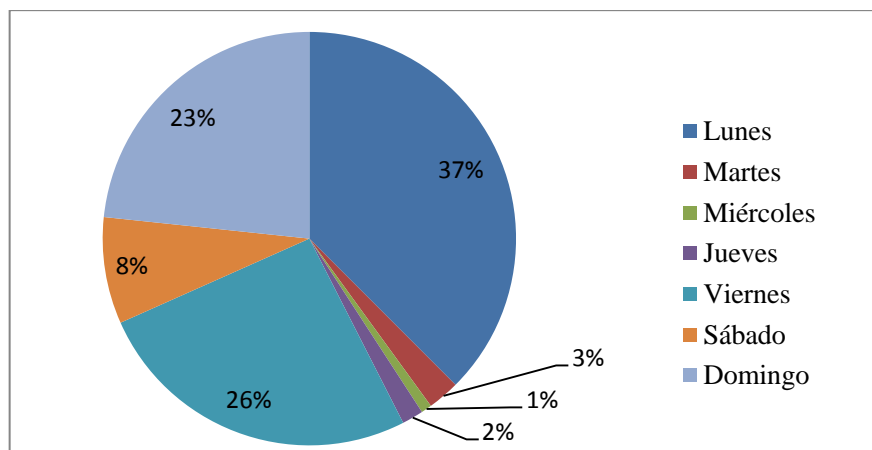


Análisis:

Según con los datos obtenidos por las encuestas con un total de 42 personas que corresponden al 35% piensan que no hay un buen desarrollo, con 38 personas equivalente al 32% piensan que es por el apoyo de las autoridades locales, con 32 personas equivalente al 27% piensan que es por escasos recursos de su GAD, y con 8 personas equivalente al 6% piensan que es por falta de personal técnico.

Pregunta 7.

¿Cuál cree usted que es el día con más tránsito en la semana?



Análisis:

Según con los datos obtenidos tenemos que hay tres días los cuales son de más movilización por tanto de personas como vehículos los cuales están dados por el lunes con un total de 45 personas que equivale al 37%, el día viernes con un total de 31 personas equivale al 26%, y el domingo con un total de 28 personas correspondiente al 26%, por lo que tomaremos el día lunes como el día más transitado según los datos obtenidos.

4.1.2. Análisis de resultados del estudio de tráfico

El proyecto vial se diseñó en base al número de vehículos que circulan en ambas direcciones de una sección de vía adyacente al área de proyecto, en el casco de la Parroquia Cusubamba en un periodo de 12 horas continuas durante una semana en la que se aprecia claramente que existe un gran número de vehículos livianos y un volumen mínimo de vehículos de tres ejes que se los debe considerar durante el diseño.

El conteo vehicular se realizó con intervalos de 15 minutos para determinar el día con el mayor registro de tránsito.

El día con más tráfico se determinó el lunes 22 de junio del 2015

Cuadro N° 29.- Volumen vehicular durante hora pico

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHICULOS
DE	A			2 EJES	3 EJES	
14:00	14:15	3	1			4
14:15	14:30	4				4
14:30	14:45	4				4
14:45	15:00	2		1		3
TOTAL		13	1	1	0	15

Fuente: Autor

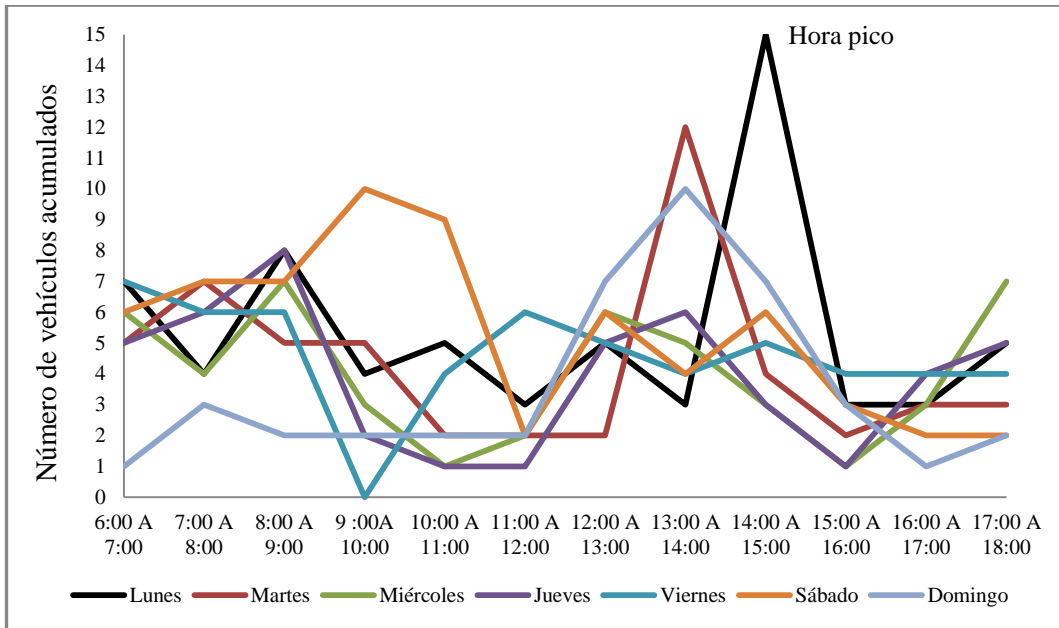
Según el cuadro anterior podemos observar la presencia de 13 vehículos, 1 bus de pasajeros y 4 camiones de 2 ejes. Dando como resultado un total de 18 vehículos en la hora de mayor influencia.

Gráfico N° 27.- Ubicación de las estaciones de conteo vehicular



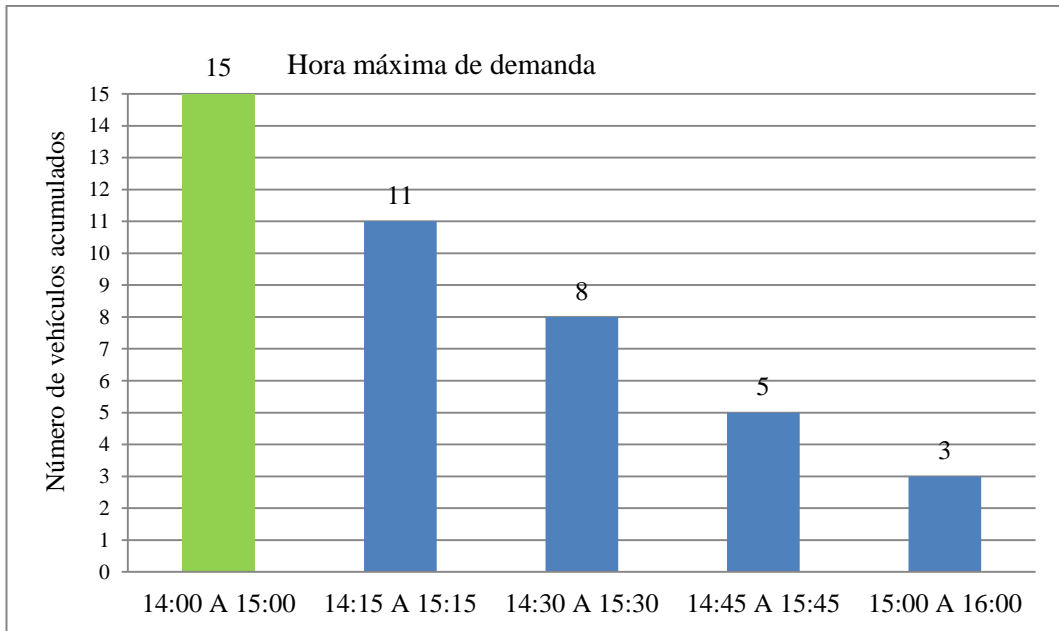
Fuente: Autor

Gráfico N° 28.- Distribución de tráfico vehicular



Fuente: Autor

Gráfico N° 29.- Volumen de tránsito en hora pico

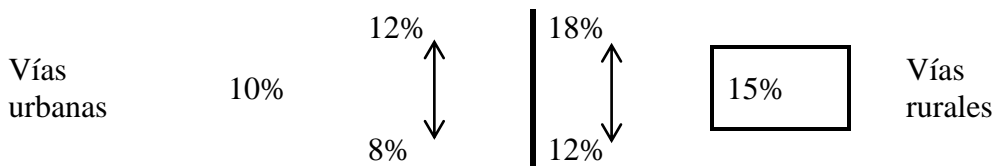


Fuente: Autor

Cálculo del tránsito actual:

Cálculo del TPDA a partir del método de la 30va hora de diseño

El volumen de tránsito de la hora pico o 30va HD se sitúa normalmente entre 12 y 18 por ciento del TPDA en el caso de las carreteras rurales, con un término medio bastante representativo de 15 por ciento de dicho TPDA.



En la hora de mayor congestión del proyecto transitaron la siguiente cantidad vehículos

Livianos: 13

Buses: 1

Camiones 2EJES: 1

$$VHP \text{ ó } 30va \text{ HD} = 15\% * TPDA$$

$$TPDA = VHP / 15\%$$

Dónde:

VHP = volumen en hora pico

TPDA = tráfico promedio diario anual

Para vehículos livianos

$$TPDA = \frac{13}{0.15} = 86.66 \text{ veh.} \approx 87 \text{ veh.}$$

Cuadro N° 30.- Tráfico promedio diario anual, TPDA

Tipos de vehículos	VHP de cada tipo de vehículo	TPDA
Livianos	13	87
Buses	1	7
Camiones de dos ejes	1	7
TPDA=		101 veh.

Fuente: Autor

Cálculo del tránsito atraído $T_{AT} = 10\% * TPDA$

Para vehículos livianos

$$T_{AT} = 10\% * 87 \text{ veh.} = 8.7 \text{ veh.} \approx 9 \text{ veh.}$$

Cuadro N° 31.- Tránsito atraído

Tipos de	TPDA	TAT
Livianos	87	9
Buses	7	1
Camiones de	7	1
T _{AT} =		11 veh.

Fuente: Autor

Tránsito actual $T_{AC} = TPDA + \text{Tránsito atraído } (T_{AT})$

Para vehículos livianos

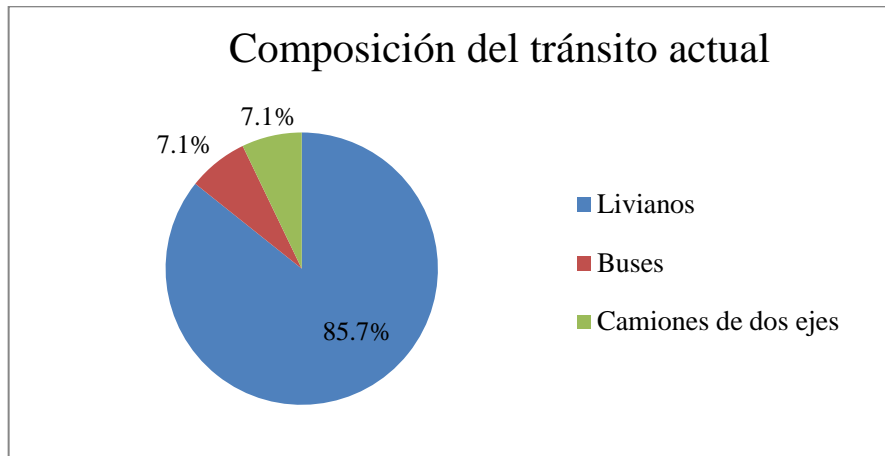
$$T_{AC} = 87 + 9 = 96 \text{ veh.}$$

Cuadro N° 32.- Tránsito actual

Tipos de vehículos	TPDA	T _{AT}	T _{AC}	%
Livianos	87	9	96	85.7 %
Buses	7	1	8	7.1 %
Camiones de dos ejes	7	1	8	7.1 %
T _{AC} =			112 veh.	100.0 %

Fuente: Autor

Gráfico N° 30.- Composición del tránsito actual



Fuente: Autor

Posteriormente el tránsito actual se proyectó al tiempo de diseño del proyecto, con las tasas de crecimiento del parque automotor anteriormente presentadas de la siguiente manera:

Para vehículos livianos $i = 3,25\%$ para el 20vo año de diseño (Ver Cuadro No.2)

$$T_P = T_{AC}(1 + i)^n$$

$$T_P = 96 (1 + 0.0325)^{20}$$

$$T_P = 182 \text{ veh.}$$

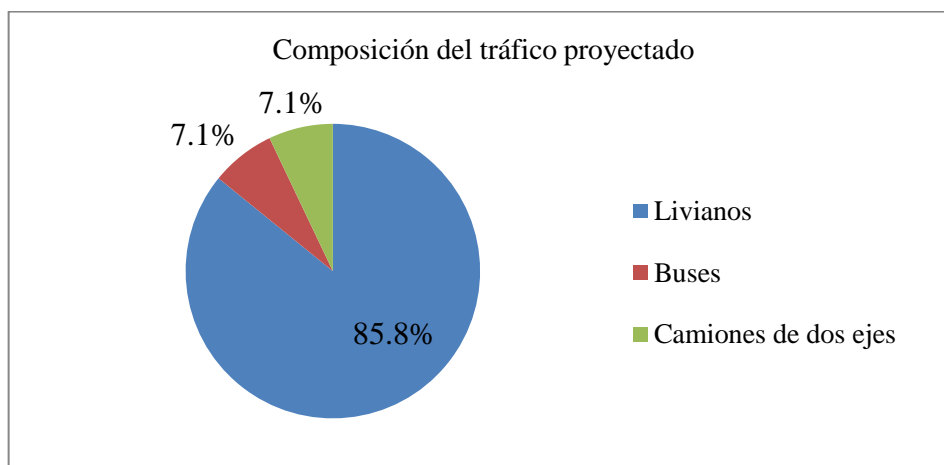
Obteniendo así el tránsito proyectado. Y como resultado de esto, el siguiente cuadro muestra la composición del tránsito proyectado que existe en la vía.

Cuadro N° 33.- Tránsito proyectado

Tipos de vehículos	T _{AC}	Tránsito proyectado (20 años)	%
Livianos	96	182	85.8 %
Buses	8	15	7.1 %
Camiones de dos ejes	8	15	7.1 %
Σ=	112	212 veh.	100.0 %

Fuente: Autor

Gráfico N° 31.- Composición del tránsito actual



Fuente: Autor

Cuadro N° 34.- Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

CALCULO DEL NUMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8,2 TONS									
AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W 18 ACUML.	W18 CARRIL DISEÑO
	Autos	Buses	Camiones	Autos	Buses	Camiones	TPD TOT.		
2015	4.47	2.22	2.18	96	8	8	112	2358	1179
2016	3.97	1.97	1.94	100	8	8	116	4775	2388
2017	3.97	1.97	1.94	104	8	8	121	7251	3626
2018	3.97	1.97	1.94	108	9	9	125	9786	4893
2019	3.97	1.97	1.94	112	9	9	130	12380	6190
2020	3.97	1.97	1.94	116	9	9	134	15033	7517
2021	3.57	1.78	1.74	121	9	9	139	17745	8873
2022	3.57	1.78	1.74	125	9	9	144	20516	10258
2023	3.57	1.78	1.74	129	10	10	148	23345	11673
2024	3.57	1.78	1.74	134	10	10	154	26233	13117
2025	3.57	1.78	1.74	139	10	10	159	29180	14590
2026	3.25	1.62	1.58	144	10	10	164	32186	16093
2027	3.25	1.62	1.58	149	10	10	170	35251	17626
2028	3.25	1.62	1.58	154	11	11	175	38375	19188
2029	3.25	1.62	1.58	159	11	11	181	41558	20779
2030	3.25	1.62	1.58	164	11	11	186	44800	22400
2031	3.25	1.62	1.58	169	11	11	191	48101	24051
2032	3.25	1.62	1.58	174	11	11	197	51461	25731
2033	3.25	1.62	1.58	180	12	12	203	54880	27440
2034	3.25	1.62	1.58	186	12	12	210	58358	29179
2035	3.25	1.62	1.58	192	12	12	216	61895	30948

Fuente: Autor

4.1.3. Análisis de resultados del estudio de suelos.

El estudio de suelos se realizó un reconocimiento total del terreno en estudio, con la finalidad de localizar los lugares representativos tomando las respectivas muestras para sus ensayos a lo largo de la vía para su posterior ensayo en el laboratorio tomando en cuenta que se realizaran desde las abscisas, 8+000, 9+000, 10+000, 11+000, 12+470 teniendo así:

Límites de Atterberg:

Cuadro N° 35.- Límites de Atterberg

Ensayo	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice plástico (%)
Muestras			
K 8+000	-	-	-
K 9+000	65.40	56.50	8.90
K 10+000	67.30	56.86	10.44
K 11+000	67.60	56.08	11.52
K 12+440	107.70	94.90	12.80

Fuente: Autor

Compactación:

Cuadro N° 36.- Compactación

Ensayo	$\gamma_{\text{máx}}$ (gr/cm ³)	$\omega_{\text{óptimo}}$ (%)
Muestras		
K 8+000	-	-
K 9+000	1.068	41.00
K 10+000	1.030	45.00
K 11+000	1.404	30.40
K 12+440	0.790	60.00

Fuente: Autor

CBR de diseño

El criterio más difundido para la determinación de la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60%, 75% o el 87.5 % de los valores individuales sean mayores o iguales que este valor de acuerdo con el tránsito que se espera circule por el pavimento.

Cuadro N° 37.- Valor de resistencia de diseño

Número de ejes de 8.2 toneladas en el carril de diseño	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$< 10^6$	87.5

Fuente: AASHTO (1993)

El número de ejes equivalentes para el proyecto fue 6,19 E+04, por lo tanto según la tabla anterior el porcentaje que se utilizó para hallar la resistencia fue 75%.

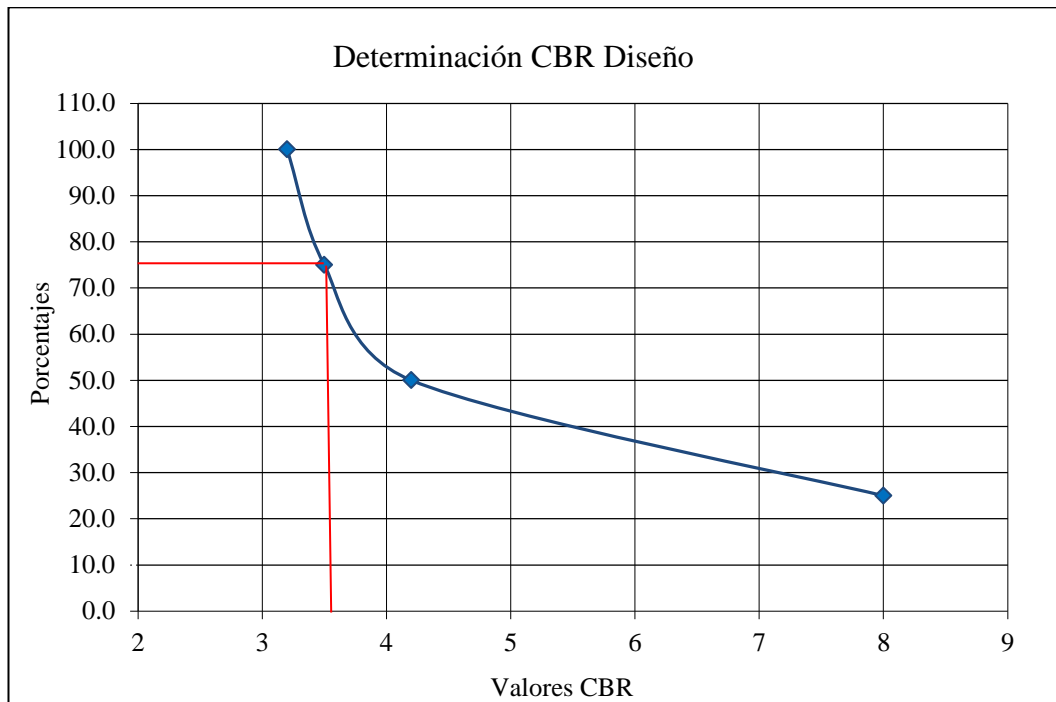
Para determinar el CBR de diseño para pavimentos, se debe ordenar los valores de la capacidad portante de menor a mayor, el porcentaje será la relación del 100% al número de ensayos hechos.

Cuadro N° 38.- CBR Puntual ordenados

Muestra	Abscisa	CBR (%)	Porcentaje (%)
1	K 8+000	21	-
3	K 10+000	3.2	100
5	K 12+440	3.5	75
2	K 9+000	4.2	50
4	K 11+000	8	25

Fuente: Autor

Gráfico N° 32.- Determinación del CBR de diseño.



Fuente: Autor

4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. Interpretación de los datos de la encuesta

Cuadro N° 39.- Interpretación de datos de las encuestas

Preg.	Descripción	Interpretación
1	¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?	Con una totalidad del 100% los habitantes piensan que si se ha dado un incremento en la población en los últimos años.
2	¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?	De igual manera con una totalidad a los encuestados del 100% piensan que de haber una vía que una Cusubamba con Quisapincha si se mejoraría la calidad de vida de los habitantes.

3	¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?	Con una totalidad de 112 personas que representa el 93% mencionan que en el lugar no se ha realizado ningún tipo de estudio para el mejoramiento de la vía Cusubamba y con 8 personas que representa el 7% mencionan que en alguna ocasión se ha realizado un tipo de trabajo para la vía Cusubamba.
4	¿Estaría de acuerdo usted de dar paso a una vía que pase por su predio?	Con un total de 112 personas que resultan con el 93% piensan que si se podría dar paso por sus propiedades a una vía mientras este pase por el lugar ya utilizado hace algunos años, y con 8 personas que representa el 7% mencionan que no darían paso por sus propiedades debido a la disminución de terreno.
5	¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?	Con un total de 120 personas encuestadas que resultan el 100% están de acuerdo que su economía, y que el desarrollo social se vería incrementado con una vía de calidad.
6	¿Cuál de los siguientes aspectos considera que ha sido el problema por el cual no hay un buen desarrollo en la zona?	Según con los datos obtenidos por las encuestas con un total de 42 personas que corresponden al 35% piensan que no hay un buen desarrollo debido a que faltan vías, con 38 personas equivalente al 32% piensan que es por el apoyo de las autoridades locales, con 32 personas equivalente al 27% piensan que es por escasos recursos de su GAD, y con 8 personas equivalente al 6% piensan que es por falta de personal técnico.
7	¿Cuál cree usted que es el día con más tránsito en la semana?	Según con los datos obtenidos tenemos que hay tres días los cuales son de más movilización por tanto de personas como vehículos los cuales están dados por el lunes con un total de 45 personas que equivale al 37%, el día viernes con un total de 31 personas equivale al 26%, y el domingo con un total de 28 personas correspondiente al 26%, por lo que tomaremos el día lunes como el día más transitado.

Fuente: Autor

4.2.2. Interpretación de los datos del estudio de tráfico

El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente a las características geométricas del diseño. Por lo tanto se ha concluido que dentro de la composición del tránsito normal de la vía los de mayor frecuencia fueron los vehículos livianos, ciertamente que los vehículos pesados fueron los que ocupan mayor espacio y son los más lentos; por lo que tienen mayor efecto en el tránsito que los vehículos más pequeños, es por esta razón que a pesar de que la vía tiene un porcentaje bajo de vehículos pesados, estos se consideraron para el diseño puesto que ofrecen la carga a soportar de la vía e influyeron en la determinación de la estructura del pavimento.

El tránsito proyectado para los 20 años de diseño fue de 212 vehículos, por lo cual la vía según este tráfico es de IV orden o camino vecinal ya que está dentro del rango de 100 a 300 vehículos, según las Normas de diseño geométrico del MOP 2003 (Cuadro N° 3.-Tráfico proyectado).

4.2.3. Interpretación de los datos del estudio de suelos

De las 5 calicatas se tomaron muestras representativas para realizar los respectivos ensayos, determinándose un CBR de diseño del 3.50 % considerando el valor de 75.00 % como percentil para el cálculo de la resistencia.

Por lo que nos ha dado como resultado un suelo de clasificación mala en la subrasante con un valor de 3.50 %, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro N° 40.- Clasificación del suelo de acuerdo al C.B.R.

C.B.R.	Clasificación	
0 - 5	Muy mala	Sub rasante
5 - 10	Mala	
11 - 20	Regular - Buena	
21 - 30	Muy buena	
31 - 50	Sub - base - buena	
51 - 80	Base - buena	
81 - 100	Base - muy buena	

Fuente: Autor

4.2.4. Interpretación de los datos del estudio topográfico

Al revisar el perfil de terreno se observó que es ondulado con ciertos tramos montañosos por lo cual supone moderados movimientos de tierra, lo que permitió alineamientos con cierta rectitud, la vía tiene cierta capacidad de drenaje longitudinal, sin embargo no cuenta con cunetas, y la sección transversal de la vía existente no presenta un bombeo adecuado debido que la misma es un camino improvisado por los usuarios. La superficie se realizó con curvas de nivel tipo índice y las intermedias, para apreciar de mejor manera la topografía del proyecto.

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Considerando que el desarrollo de los habitantes de un sector se basa en brindar de los requerimientos básicos como una vialidad de calidad, según los análisis topográficos, de suelo, de tráfico y los resultados de las encuestas efectuadas a los moradores y aledaños a la vía, en estudio indican total factibilidad para llevar a cabo el proyecto vial de diseño geométrico incorporando una capa de rodadura de tipo flexible para urbana de la Parroquia Cusubamba, debido que este estudio es principal para impulsar el desarrollo socio – económico del sector.

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba estadística de Pearson ó también llamado Prueba de Chi-cuadrado, la cual se basa en comparar lo observado respecto a lo esperado, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia, en donde se determina si dos variables están relacionadas o no.

El Chi-Cuadrado (X^2) es un método estadístico para comprobar, las hipótesis también se le puede definir como una prueba que permite cuantificar los aspectos cualitativos y cuantitativos de las respuestas que se obtuvieron a base de las encuestas realizadas y medir la relación que existe entre las dos variables de las hipótesis en estudio.

Para esto se trabajará con los datos obtenidos de las preguntas 1, 2, 3 y 5 de la encuesta. El valor de Chi-Cuadrado se calculará a través de la siguiente formula:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Dónde:

O = Frecuencias observadas

E = Frecuencias esperadas

Hipótesis General: El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de las vía Cusubamba – Quisapincha mejorarán el desarrollo socio- económico en los pobladores de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.

4.3.1 Formulación de hipótesis

Ho: “El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de las vía Cusubamba – Quisapincha no mejorarán el desarrollo socio- económico en los pobladores de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.”

Hi: “El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de las vía Cusubamba – Quisapincha mejorarán el desarrollo socio- económico en los pobladores de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.”

Frecuencias observadas

Cuadro N° 41.- Frecuencias observadas

Preguntas	SI	NO	TOTAL
1. ¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?	120	0	120
2. ¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?	120	0	120
3. ¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?	112	8	120
5. ¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?	120	0	120
TOTAL=	472	8	480

Fuente: Autor

Frecuencias esperadas

$$SI = \frac{472 \cdot 120}{480} = 118$$

$$NO = \frac{8 \cdot 120}{480} = 2$$

Cuadro N° 42.- Frecuencias esperadas

Preguntas	SI	NO	TOTAL
1. ¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?	118	2	120
2. ¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?	118	2	120
3. ¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?	118	2	120
5. ¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?	118	2	120
TOTAL=	472	8	480

Fuente: Autor

Cálculo de la prueba estadístico Chi-Cuadrado:

Cuadro N° 43.- Cálculo del chi cuadrado

N°	Alternativas	O	E	O-E	(O - E) ²	$\frac{(O - E)^2}{E}$
1	SI	120	118	2	4	0.0339
	NO	0	2	-2	4	2
2	SI	120	118	2	4	0.0339
	NO	0	2	-2	4	2
3	SI	112	118	-6	36	0.30508
	NO	8	2	6	36	18
5	SI	120	118	2	4	0.0339
	NO	0	2	-2	4	2
$X^2 =$						24.4068

Fuente: Autor

Números de grado de libertad:

$$v = (F - 1)(C - 1)$$

Dónde:

F= número de filas

C= número de columnas

Cuadro N° 44.- Número de columnas y filas

Preguntas	SI	NO
1. ¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?	118	2
2. ¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?	118	2
3. ¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?	118	2
5. ¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?	118	2

Fuente: Autor

$$v = (4 - 1)(2 - 1)$$

$$v = (3)(1) = 3$$

Nivel de significancia: Por lo general se trabaja con un nivel de significancia de 0.05, que indica que hay una probabilidad del 0.95 de que la hipótesis nula sea verdadera.

Valor del parámetro p :

$$p = 1 - \text{nivel de significancia}$$

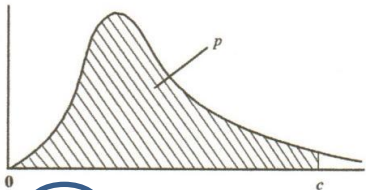
$$p = 1 - 0.05$$

$$p = 0.95$$

Valor crítico: Con el valor del parámetro p y el número de grados de libertad se procede a determinar el valor crítico en la siguiente tabla:

Cuadro N° 45.- Valores críticos de la distribución X²

$p = P(X \leq c)$



p	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
$\nu=1$	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,041	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	14,848	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	15,659	33,196	36,415	39,364	42,980	45,559
25	10,520	11,524	13,120	14,611	16,473	34,382	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	17,292	35,563	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	18,114	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	18,939	37,916	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	19,768	39,087	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	20,599	40,256	43,773	46,979	50,892	53,672
40	20,707	22,164	24,433	26,509	29,051	51,805	55,758	59,342	63,691	66,766
50	27,991	29,707	32,357	34,764	37,689	63,167	67,505	71,420	76,154	79,490
60	35,534	37,485	40,482	43,188	46,459	74,397	79,082	83,298	88,379	91,952
70	43,275	45,442	48,758	51,739	55,329	85,527	90,531	95,023	100,425	104,215
80	51,172	53,540	57,153	60,391	64,278	96,578	101,879	106,629	112,329	116,321
90	59,196	61,754	65,647	69,126	73,291	107,565	113,145	118,136	124,116	128,299
100	67,328	70,065	74,222	77,929	82,358	118,498	124,342	129,561	135,807	140,169

ν = número de grados de libertad

Fuente: Organización del Bachillerato Internacional, “Cuadernillo de Información”, 2006

$$X_{cal}^2 > \text{Valor crítico}$$

$$24,40 > 7,815$$

Análisis:

Como el chi-cuadrado (61,538) es mayor que el valor crítico calculado (7,815) en la Cuadro 42, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), la cual plantea que:

H_1 : “El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de las vía Cusubamba – Quisapincha mejorarán el desarrollo socio- económico en los pobladores de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

Según las encuestas, la inexistencia de una red vial adecuada es el factor principal que detiene el normal desarrollo socio - económico en la localidad, impidiendo a sus habitantes tener un estilo de vida normal y llevándolos a una vida precaria.

Los lugares aledaños a la vía que son utilizados para la agricultura y ganadería, debido que el transporte de materiales para la construcción es casi imposible dado por la condición que tiene la vía, así impidiendo un crecimiento para las construcciones de viviendas, el crecimiento desorganizado de la parroquia, entre otros problemas son la consecuencia de no contar con una vía de acceso de calidad.

La vía actualmente se encuentra en estado precario con una calzada que consta solo del suelo natural ya sea el mismo cubierto por césped o tierra, con un ancho promedio de 5.00 metros, sin embargo por las intensas lluvias propias de la zona, ha ocasionado que la capa de rodadura se encuentre en mal estado debido al inadecuado sistema de drenaje.

Los habitantes situados a lo largo y en los alrededores de la vía podrán sacar sus productos con mayor rapidez y eficacia, para su comercialización, mejorando de esta manera sus actividades laborales y económicas con el mejoramiento de la vía.

El sector posee una espesa capa de paja además de contar con lugares en los cuales se pueden encontrar con bosques de pino situados a los costados de la vía lo cual impidió con un fácil levantamiento topográfico el cual nos dio como resultado una vía de tipo ondulado - montañoso, con una pendiente longitudinal

promedio del 10% y una máxima del 15%, por lo que se lo tomara como una vía montañosa.

Del estudio de tráfico se obtuvo un tránsito proyectado de 212 vehículos al final del periodo de diseño de 20 años, debido a este volumen vehicular se clasificó a la vía de IV orden o camino vecinal, puesto que ingresó dentro del rango de 100 – 300 TPDA, según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas MTOP - 2003.

Debido a que el TPDA del proyecto tiene un valor medio en el rango de consideración de la categorización, los valores a considerar según las normativas serán los valores absolutos.

La velocidad de diseño según las normativas del MTOP, para una vía tipo IV y de terreno ondulado es la velocidad recomendable 60 km/h y la absoluta 25 km/h, es por ello que se adoptado para el proyecto una velocidad de 25 km/h.

El radio mínimo para curvas horizontales según las normativas del MTOP es de 20 m.

La distancia de parada es de 25 m y la distancia de rebasamiento es de 110 m, establecido según la normativa del MTOP.

El peralte máximo es de 8% para velocidades de diseño menores a 50 km/h, como la velocidad del proyecto es 25 km/h se adoptó este peralte como valor máximo.

Del estudio de suelos del terreno de fundación se obtuvo una capacidad portante de diseño CBR= 3.50 %, demostrando de esta forma que la subrasante es de mala calidad, lo cual es un factor primordial a considerar en el diseño de la estructura del pavimento.

La sección típica de diseño por ser una vía tipo IV orden o camino vecinal, tiene un ancho de calzada de 6 metros, con cunetas de 0.85m de ancho para la recolección del agua que escurre.

Las capas de la estructura del pavimento tienen las siguientes dimensiones, la carpeta asfáltica de 5 cm, la base de 15 cm y la sub-base de 20 cm.

La señalización se colocará según lo que establece el MTOP y las normas INEN referente a la señalización horizontal y vertical, las dimensiones son para las señales informativas, turísticas y de servicios de 2,40 m * 1,20 m, las señales preventivas y reglamentarias de 0,75 m * 0,75m.

5.2. RECOMENDACIONES

El estudio debe contemplar mínimas afectaciones al medio ambiente, por lo que es indispensable establecer un plan de manejo ambiental.

Cumplir el diseño y parámetros de construcción, basados en los requerimientos y especificaciones técnicas establecidas por el MTOP para garantizar la funcionalidad y calidad en la obra.

Considerar la respectiva señalética tanto horizontal como vertical a lo largo de las vías a incorporarse, con la finalidad de evitar posibles accidentes y facilitar el tránsito en la vía

Realizar una socialización total del proyecto a los habitantes de la parroquia con el fin de evitar posibles mal entendidos, conflictos entre vecinos o interrupciones durante la ejecución.

Establecer un plan de mantenimiento rutinario a lo largo de las vías para mantener limpia la calzada, cunetas y veredas en procura de evitar su deterioro prematuro.

Los elementos de drenaje deben ser construidos bajo las normativas del MTOP para evacuar las aguas pluviales adecuadamente.

Dentro del proceso constructivo se debe verificar la calidad de los materiales que sean los adecuados y cumplan con las normas especificadas.

Realizar el mantenimiento adecuado de la vía luego de construida para mantenerla en buenas condiciones.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la capa de rodadura de la vía Cusubamba – Quisapincha de la Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, para mejorar el desarrollo socio – económico.

6.1. DATOS INFORMATIVOS

6.1.1. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Parroquia Cusubamba, del Cantón Salcedo, de la Provincia de Cotopaxi.

Cusubamba es una parroquia, con una superficie de 192 km², su poblado se desarrolla a una altura de 2850 m.s.n.m., tiene una temperatura promedio de 12 °C y un clima templado, se toma como referencia las coordenadas 78° 20' y 78° 50' de longitud occidental y 0° 40' y 1° 5' de latitud Sur

Cusubamba está ubicado al sur occidente del cantón Salcedo, a 15 Km de distancia y a 30 minutos de la cabecera cantonal, sus límites son:

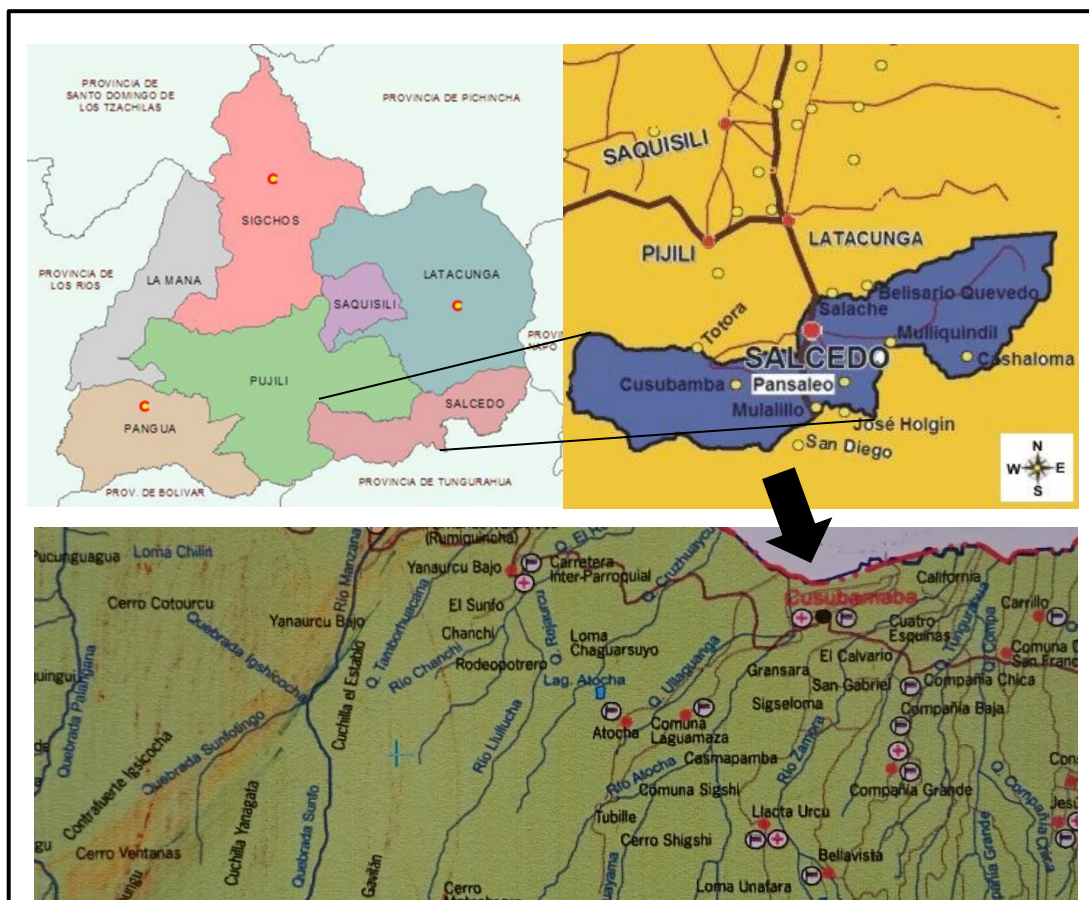
Al Norte. Desde los orígenes de la quebrada Toro Rumi, aguas abajo hasta su confluencia con la quebrada Quispicacha, formadoras del río Nagsiche; de esta confluencia aguas abajo del río Nagsiche hasta la afluencia de la Quebrada Chirinche.

Al Este. De la afluencia de la Quebrada Chirinche en el río Nagsiche, el curso de esta quebrada aguas arriba, hasta sus nacientes en la cumbre del Cerro Conoloma, la línea de cumbre hacia el Sur-Oeste que pasa por la loma Tablón, Chuquiragua y Palorumi.

Al **Sur**. De la cima de la loma Palorumi, el divisor hacia el Oeste, que pasa por la cumbre de las lomas Toro Urco y Chamba Urcu, Cerros Quilapungo Quinsaloma, Gallo Urcu, Negro Punona, Cónдор Anana y Yanarumi.

Al **Oeste**. Desde la cumbre del cerro Yanarumi, el divisor de la Cordillera de Angamarca al Nor-oeste, que pasa por los cerros Pucajata, Quillushapa, Iglesia y Novillo Pungo; de la cumbre de este cerro, el divisor de las Cuchillas de Gradas Pungu al Nor-Oeste, que pasa por las lomas El Puente, Sala Urdu y Pugyucucho y su extensión orográfica al Norte, que pasa por los cerros Cuchihuasi, Cahuito, Lomas Yanacocha, Pucarumi y Chaquiscacocha; de la cumbre de la Loma Chaquiscacocha, la línea imaginaria al Nor-Este, hasta alcanzar los orígenes de la Quebrada Toro Rumi.

Gráfico N° 33.- Mapa de ubicación general, dentro de la Provincia de Cotopaxi



Fuente: Autor

Gráfico N° 34.- Ubicación del proyecto



Fuente: Autor

6.1.2. Población

La población de la parroquia Cusubamba en los últimos años ha crecido significativamente de acuerdo a datos del INEC del último censo nacional año 2010, su población es de 8136 habitantes de los cuales el 52.09% son mujeres y el 47.93% hombres.

Entre los datos relevantes tenemos: De 8136 habitantes de los cuales 6.896 viven en comunidades indígenas y solo 719 viven en el centro parroquial; del total de la población que vive en las comunidades

Cuadro N° 46.- Tabla de cifras poblacional

Código	Nombre de provincia	Nombre de canton	Nombre de parroquia	Población	Superficie de la parroquia (km2)	Densidad Poblacional
050453	COTOPAXI	PUJILI	GUANGAJE	8.026	130.60	61.45
050455	COTOPAXI	PUJILI	LA VICTORIA	3.016	20.31	148.50
050456	COTOPAXI	PUJILI	PILALO	2.640	207.36	12.73
050457	COTOPAXI	PUJILI	TINGO	4.051	195.20	20.75
050458	COTOPAXI	PUJILI	ZUMBAHUA	12.643	210.06	60.19
050550	COTOPAXI	SALCEDO	SAN MIGUEL	31.315	180.33	173.65
050551	COTOPAXI	SALCEDO	ANTONIO JOSE HOLGUIN	2.664	7.28	365.93
050552	COTOPAXI	SALCEDO	CUSUBAMBA	8.136	191.74	37.55
050553	COTOPAXI	SALCEDO	MULALILLO	6.379	40.81	156.31
050554	COTOPAXI	SALCEDO	MULLIQUINDIL (SANTA ANA)	7.203	48.02	150.00
050555	COTOPAXI	SALCEDO	PANSALEO	3.455	17.43	198.22
050650	COTOPAXI	SAQUISILI	SAQUISILI	13.404	39.89	336.02
050651	COTOPAXI	SAQUISILI	CANCHAGUA	5.455	56.27	96.94

Fuente: INEC

Cuadro N° 47.- Cantidad poblacional según edad

Cantón	Hab.	<1año	1-2 años	1-4 años	2-4 años	5-9 años	10-14 años	15-19 años	>20 años	Embarazadas	Mujeres en edad fértil	
											10-49	15-49
Cusubamba	8136	191	201	852	650	1168	1066	741	4119	238	2115	1602

Fuente: INEC

6.1.3. Clima

El clima oscila entre 6 a 12 °C.

Los factores individuales del ambiente como son la temperatura, precipitación, entre otros se muestran en el siguiente cuadro, la información recolectada fue de la estación M369 Cusubamba:

Cuadro N° 48.- Condiciones climáticas

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)							HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación	
		ABSOLUTAS				M E D I A S			Máxima	día	Mínima	día	Media			Mensual	Suma	Máxima en 24hrs		día
		Máxima	día	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual												
ENERO	133.6	22.9	3	6.7	11	20.1	10.1	14.1	98	9	42	3	79	10.2	12.4	102.1	24.6	20	18	
FEBRERO	102.5	22.6	16	0.8	29	19.5	9.0	13.5	98	9	45	13	79	9.7	12.0	65.9	8.7	29	22	
MARZO	134.2	25.1	24	0.9	16	20.3	9.5	14.0					78	9.9	12.2	29.1	11.9	24	11	
ABRIL	120.1	23.6	30	4.0	28	21.3	9.1	14.2	100	7	39	14	77	9.9	12.2	69.7	13.6	12	22	
MAYO	125.9	23.5	23	5.3	27	20.0	8.8	13.6	98	17	39	23	77	9.4	11.8	15.1	7.1	16	14	
JUNIO	168.1	23.0	12	3.2	4	20.2	8.2	13.5	100	12	43	12	75	8.8	11.4	9.6	4.7	17	13	
JULIO	176.0	23.4	12			19.8	7.7	13.2	99	26	38	12	73	8.0	10.8	6.5	1.6	18	11	
AGOSTO	161.4	23.4	2			19.4	6.9	12.9	99	9	31	6	70	7.1	10.1	13.0	4.9	24	9	
SEPTIEMBRE	149.3			1.1	17	19.5	6.8	12.8	99	4	35	16	74	7.8	10.7	20.5	9.9	20	10	
OCTUBRE	128.4	24.5	22	4.5	28	21.0	9.3	14.6	98	1	41	11	75	9.8	12.1	70.5	14.9	23	15	
NOVIEMBRE	139.3	24.8	11	4.8	17	21.3	9.1	14.5	99	5	40	16	76	9.9	12.2	70.5	12.6	11	16	
DICIEMBRE	164.5	26.8	15	2.8	16	22.3	8.4	14.4	99	23	30	15	73	8.9	11.5	24.6	8.5	25	11	
VALOR ANUAL	1703.3					20.4	8.6	13.8					75	9.1	11.6	497.1	24.6			

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor		VELOCIDAD MEDIA (Km/h)				
	Suma	Máxima en		N	NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Nro	Observada		DIR			
	Mensual	24hrs			día	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	%				OBS		
ENERO	104.4	4.8	2	6	1.8	11	2.5	2	2.0	1	3.0	18	2.9	30	1.0	1	0.0	0	2.3	4	32	93	8.0	S	3.4	
FEBRERO	82.3	4.9	29	7	3.0	2	1.0	6	0.0	0	3.3	17	3.1	29	2.0	1	2.0	1	1.7	3	40	87	6.0	S	3.4	
MARZO	118.3	7.6	25	6																						5.0
ABRIL	95.7	5.3	28	6	1.5	12	1.0	1	2.0	1	2.8	20	3.8	21	3.0	1	1.0	1	0.0	0	42	90	6.0	S	3.4	
MAYO	104.4	6.0	23	6	0.0	0	1.0	3	6.0	1	2.9	33	4.1	34	0.0	0	0.0	0	1.0	2	26	93	6.0	S	4.6	
JUNIO	111.3	6.9	5	5	1.3	3	0.0	0	4.7	3	2.7	40	5.3	33	0.0	0	0.0	0	0.0	0	20	90	20.0	S	5.2	
JULIO	116.0	5.9	13	5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.3	26	4.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	29	93	7.0	SE	5.8	
AGOSTO	119.8	5.9	6	5	1.0	2	0.0	0	6.0	1	3.6	29	5.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	23	93	8.0	S	5.2	
SEPTIEMBRE	112.4	6.5	19	6	1.0	6	0.0	0	0.0	0	4.2	32	5.1	36	0.0	0	0.0	0	0.0	0	27	90	8.0	SE	4.9	
OCTUBRE	122.1	6.6	11	7	3.1	9	0.0	0	2.0	1	4.3	26	4.4	30	0.0	0	0.0	0	2.0	1	33	93	8.0	S	3.9	
NOVIEMBRE	113.5	5.4	27	6	3.1	11	2.0	3	3.3	3	4.0	27	4.1	20	0.0	0	8.0	1	0.0	0	34	90	8.0	SE	3.6	
DICIEMBRE	116.5	6.0	18	6	3.5	4	2.5	4	2.0	1	4.7	26	3.7	32	0.0	0	0.0	0	6.0	2	30	93	8.0	S	3.9	
VALOR ANUAL	1316.7	7.6		6																						4.0

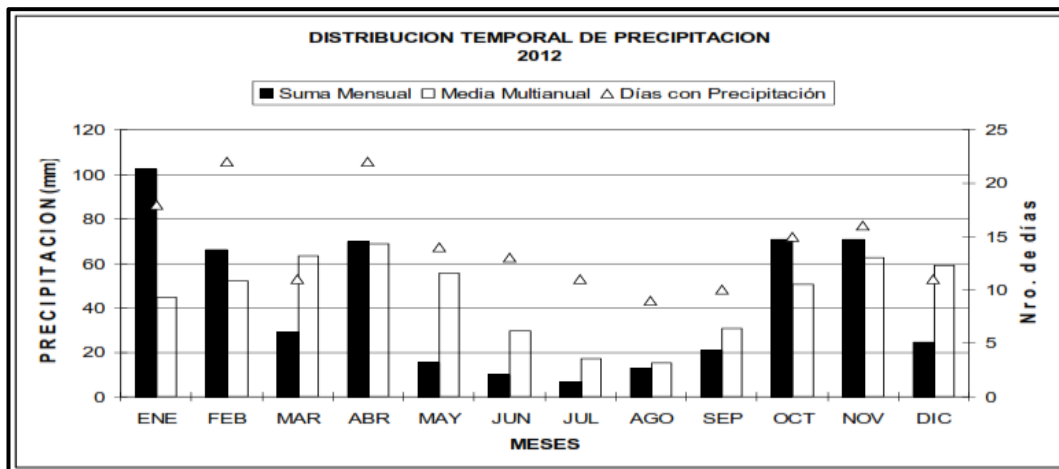
Fuente: INAMHI, (2011)

Cuadro N° 49.- Condiciones climáticas

Código	Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
M006	Pichilingue	419.3	451.4	434.6	397.3	148.5	50.5	30.1	10.8	18.4	21.3	43.9	143.1	2169.4
M122	Pilalo	185.1	205.2	219.1	196	88.4	35.5	16.9	11.9	43.1	52.2	73.3	141.3	1267.8
M123	El Corazón	418.8	460.5	531.6	424.1	243.4	71	31.6	21.8	45.5	63.6	90.6	268.5	2671.1
M124	San Juan La Maná	452.5	535.4	551.6	505.9	263	87.2	47	36.6	39.9	60.7	69.5	244.7	2894.1
M129	Caluma	437.1	544.8	516.1	320.9	178	36.4	20.7	10.8	7.9	15.5	25.8	201.2	2315.2
M154	Cayapas	313.4	313.4	313.9	315.8	315.7	316.1	314.3	314.3	314.9	314.9	314.9	314.9	3776.4
M172	Pueblo Viejo	354.7	401.7	400.4	346.9	105.8	23.5	15.8	3.7	19.1	4.9	23.1	126.3	1825.9
M367	Pinllopata	303.7	325.4	356.1	355.9	138.1	63.9	12.2	12.5	25.2	59.3	59.2	211.8	1923.4
M368	Moraspungo-Cotopaxi	420.9	495.7	535.4	460	208.5	101.9	33.5	24.1	29.8	48.1	60.4	180.6	2598.9
M369	Cusubamba	47.8	47.2	70.6	73.7	56.4	27.8	14	9.6	26.6	46.8	63.5	61.2	545.4
M370	Ramón Campana	440.2	495.5	510.8	429	201.4	68.5	36.9	24.5	49.5	55.3	80.3	243.5	2635.4
M383	Echeandia	363	448.1	464.2	351.9	148.6	59.3	33.7	17.4	34.6	50.9	61.5	194.9	2228.1
M385	Salinas_Bolivar	153	194.8	213.6	241.8	178.9	65.4	29.4	44.3	107.2	117.9	78.6	105.6	1530.5
M465	Ventanas- Inamhi	473.9	520.7	509	405.4	171	39.5	22.1	18.2	22	33.7	58.2	171.3	2445
M470	Mocache	322.3	386.4	353.5	368	191.3	27.1	20.1	15	30.3	19.6	50.2	148.9	1932.6
M471	Zapotal-Los Rios	274.2	409.5	360.9	240.9	103.2	53.3	8.5	8.4	24.6	13.6	20.5	79.2	1596.6
M789	El Triunfo	198.4	296.5	269.3	178.5	77.9	45	19.9	14.9	20.9	41.8	46.7	78.8	1288.7
M906	Solano	334.6	412.7	317.9	299.8	135.8	25.9	9.6	10.5	10	25.7	30.7	78.7	1533.2
MA1Y	Calamaca	111.7	125.3	134.6	161.5	68.1	23.8	28.2	11.6	13.2	29.8	40.2	74	821.9
MA37	Laguacoto	49.4	65.3	80.9	69.3	65.4	84.5	65.5	49.8	40.2	37.6	48.7	55.9	712.3

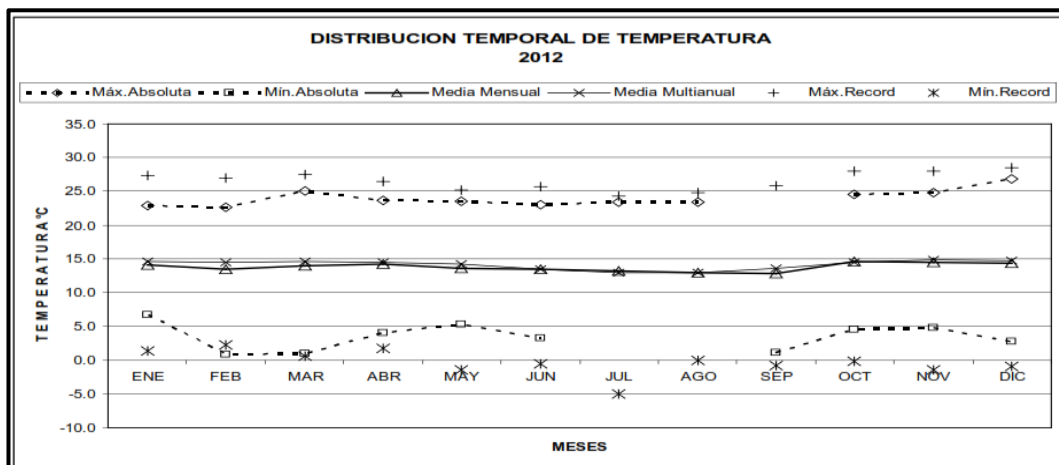
Fuente: INAMHI, (2011)

Gráfico N° 35.- Distribución temporal de precipitación



Fuente: INAMHI, (2011)

Gráfico N° 36.- Distribución temporal de temperatura



Fuente: INAMHI, (2011)

6.1.4. Análisis socioeconómico

Los habitantes de las comunidades de la zona, que son los beneficiarios directos de la ejecución de este proyecto, están económicamente en dependencia de los siguientes aspectos:

Educación.- Los niveles de educación de Cusubamba son los menos alentadores de entre las demás parroquias rurales del cantón Salcedo, incluyendo las tasas de

asistencia a la educación secundaria, que no se ven incrementadas a pesar de que la parroquia cuenta con algunos, centro de educación de este tipo. Así, la tasa de asistencia a primaria es del 91.19 % y la secundaria es de apenas el 28.8 %, diez puntos menos que la de San Miguel que es del 38.59 %. Cabe destacar la grave diferencia entre la tasa de asistencia a primaria y secundaria marcan una actitud de reproducción social en un ambiente de pobreza y crisis económica permanente: de diez niños, nueve van a la escuela y de ellos sólo tres van al colegio a completar su educación básica.

Cuadro N° 50.- Indicadores de educación

Indicadores de Educación	Cusubamba	H	M
Tasa de analfabetismo de mayores de 15 años	23,33		
Población analfabeta de mayores de 15 años	1205	407	798
Escolaridad de Jefes de hogar (años aprobados)		2,88	1,47
Primaria	1249		
Población de 6 a 11 años	1107		
Población de 6 a 11 años que asisten a clase	91,19		
Tasa de asistencia a primaria			
Secundaria			
Población de 12 a 17 años	1017		
Población de 12 a 17 años que asisten a clase			
Tasa de asistencia a secundaria	28,8		
Superior			
Población de 18 a 24 años	715		
Población de 18 a 24 años que asisten a clase	116		
Población de 24 años y más con educación superior	46	25	21
Tasa de acceso a educación superior	1,5		

Fuente: INFOPLAN 2010: Provincia de Cotopaxi

Salud.- Las condiciones generales de la salud de la población parroquial la comparten entre el estado ecuatoriano representado por el Ministerio de Salud Pública, que mantiene dos subcentros de salud: uno en el centro parroquial con un personal de salud de 3 profesionales y otro en la comuna de Cobos con 2 profesionales.

Vivienda.- La vivienda podría reflejar las condiciones de vida y de pobreza que tiene Cusubamba con relación a la parroquia urbana de San Miguel y de las otras rurales del cantón; esto en los indicadores de servicios de agua por tubería al interior de la vivienda y el servicio eléctrico, no así en otros indicadores más “urbanos” como la eliminación de basura por carro recolector y el servicio telefónico; pero en de hacinamiento que nos habla de la disponibilidad de habitaciones según el número de usuarios familiares, tiene un mejor índice que San Miguel: un amplio 23.34 % de sus viviendas tienen problemas de hacinamiento mientras que este problema lo tiene San Miguel en un 15.99% de sus viviendas.

Cuadro N° 51.- Condiciones climáticas

Índices e indicadores de vivienda	Cusubamba
Viviendas totales	2523
Viviendas con agua por tubería en interior (%)	11,89
Viviendas con servicio eléctrico (%)	56,16
Viviendas con eliminación basura con carro recolector (%)	0,20
Viviendas con eliminación aguas servidas por alcantarillado (%)	4,56
Viviendas con teléfono (%)	1,51
Hogares hacinados	23,34

Fuente: INFOPLAN 2010: Provincia de Cotopaxi

Servicios Básicos.- La región cuenta con luz eléctrica y agua de consumo humano entubada, Según el Plan de Trabajo de la Junta Parroquial ya mencionado y realizado con el apoyo del GADP – Cusubamba un 77.73% de las familias y comunidades tienen acceso a agua entubada y el resto usan aguas de acequias y pozos; esto marca y afecta las condiciones de salud de sus habitantes.

Mientras que en alcantarillado la situación es más grave dado que según el mismo Plan de Trabajo Parroquial sólo un 0.84% de sus habitantes tienen servicio de alcantarillado para la eliminación de aguas servidas, un 79.4 % tiene pozos ciegos y letrinas y un 16.53 % los elimina a campo abierto y el resto la hace en ríos y acequias. Sólo la cabecera parroquial tiene un sistema de alcantarillado el mismo que se encuentra en mal estado.

Recolección de aguas pluviales.- No existe ningún tipo de recolección porque las vías se encuentran en forma natural a nivel de la subrasante, lo que hace que en invierno los caminos se deterioren cada vez más.

Producción.- Los cultivos agrícolas son extensivos y la gente casi no tiene la costumbre de aplicar las asociaciones, sin embargo los comuneros que tienen menor extensión de tierras practican algunas asociaciones como papas con haba, maíz con haba, haba con trigo.

La rotación es una práctica para evitar el desgaste del terreno y la proliferación de gérmenes, el ciclo más común es papa, haba, cebada, descanso.

La producción se destina especialmente al mercado, aunque es sumamente importante también el porcentaje que se lo destina al autoconsumo a pesar de que se presenta una baja productividad agrícola.

En la zona se produce también algunas hortalizas pero destinadas para el autoconsumo en su mayoría, debido a la escasez de agua de riego y a la baja asistencia técnica que limita su expansión.

La producción está destinada un 37.5% al autoconsumo, solo el 5.7% se vende directamente al consumidor en tanto que el 56% de la producción se comercializa con los intermediarios. Los productos de la zona no son destinados a procesamiento alguno y no se destinan para la exportación. Solamente el 2% de las UPA's (Unidad Productiva Asociativa) se encuentran vinculadas a gremios.

La comercialización de los productos se realiza con la participación de los intermediarios en un 56% de los casos, un 5.7% lo hacen directamente al consumidor y el 37.5% de la producción se la destina para el autoconsumo, a esto se debe los bajos ingresos que reciben los productores y la baja rentabilidad de la actividad agropecuaria en estos sectores.

Transporte.- La población sale de la parroquia o sus alrededores lo hace caminando o en caballo, pero en otros lugares es común el uso de camionetas para el transporte. Y cuando desean trasladarse hacia el cantón Salcedo o Ambato se

movilizan hacia la avenida panamericana ahí toman cualquier medio de movilización pero el más común es el bus.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la Provincia de Cotopaxi sus parroquias urbanas como rurales están dentro de un proceso de mejoramiento en sus redes viales, en especial de su capa de rodadura, considerando que es un elemento esencial para brindar seguridad y comodidad en el tránsito de sus moradores y en el transporte de los productos agrícolas y ganaderos producidos en la zona, procurando superar la problemática que aqueja al normal desarrollo social y económico de sus pueblos.

En la Parroquia Cusubamba gran parte de sus vías tienen una capa de tierra y con un déficit de las mismas, por lo que es imposible su tránsito vehicular debido a los baches generados por las constantes lluvias características de la zona, lo cual ha sido determinado a los diferentes estudios realizados en el sector notando que no existen estudios previos.

Con la finalidad de impulsar el desarrollo socio-económico de la Cusubamba se plantea ampliar y mejorar su red vial en procura de una comunicación adecuada entre sus parroquias.

6.3. JUSTIFICACIÓN

6.3.1. Justificación Social

El GAD parroquial de Cusubamba, comento la necesidad de los diferentes poblados y comunas aledañas a la vía Cusubamba – Quisapincha de la implementación de una vía realizada de manera técnica, dado este conocimiento se realizó los diferentes tipos de recolección de información cuando se aplicaron las encuestas a los habitantes y de acuerdo al análisis de los resultados y a la socialización efectuada se deduce que el proyecto al llevarse a cabo permitirá incrementar las relaciones de comercio, comunicación y turismo.

Al ofrecer una vía de buen estado además sin mencionar con un diseño que cumplen todas las normas y expectativas del GADP así como los del diseñador se pudo determinar algunas mejoras en los aspectos de vida de los habitantes de

Cusubamba así como los poblados aledaños al proyecto el cual es el tiempo de viaje y la reducción de daños en los diferentes equipos de tránsito ya sean estos vehículos, camiones así como maquinaria agrícola. Otro punto fundamental sería la seguridad que le ofrecería con una vía señalizada a los usuarios, de manera que se reduciría los accidentes de tránsito.

6.3.2. Justificación Técnica

La ejecución de la investigación propuesta es factible de ejecutarse en base a las necesidades de los habitantes del sector y otras localidades a la zona en estudio para poder transportar sus productos tanto agrícolas como ganaderos de forma segura y eficiente, de esta manera se garantiza que el presente estudio será realizado y verificado con los Manuales, Reglamentos técnicos y especificaciones vigentes en Diseño Vial.

6.3.3. Justificación Ambiental

Con un análisis de las condiciones generales y de acuerdo con las políticas de salud pública y ambiental se puede definir una indispensable visión integral para el manejo ambiental, que debe estar orientado a implementar acciones preventivas y correctivas que permitan evitar, vigilar y controlar la contaminación atmosférica ocasionada por el proyecto en sus distintas fases (construcción, operación y mantenimiento).

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. Objetivo General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía Cusubamba – Quisapincha de la parroquia Cusubamba del cantón Salcedo perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

6.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el diseño geométrico de la vía.

- Diseñar la estructura del pavimento.
- Diseñar el sistema de drenaje superficial.
- Elaborar el presupuesto referencial.
- Elaborar el cronograma de actividades.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad Técnica

Los diferentes trabajos realizados en la zona de estudio, tales son el levantamiento topográfico, estudio de suelos, así como la observación del diseñador o autor, brindaron los criterios de que se podría realizar una vía, de acuerdo a los resultados de los diferentes trabajos con una topografía accesible, un suelo el cual puede ser mejorado, se determinó que es factible la realización del proyecto a la construcción.

Factibilidad Económica

El proyecto es factible económicamente porque una vez culminado el estudio de la carretera, permitirá a la Municipalidad de Cusubamba, realizar los trámites pertinentes al Gobierno Provincial de Cotopaxi para que otorgue con mayor rapidez el financiamiento presupuestario destinado para la ejecución del proyecto, ya que este proyecto fue realizado según las necesidades del GADP, para con el mismo proyecto realizar los diferentes tramites pertinentes a las entidades para su financiamiento.

Factibilidad Social

El proyecto tiene viabilidad social porque encontraría una buena acogida en la población residente, puesto que una vez ejecutado la obra vial será muy evidente el crecimiento socio - económico del sector. La cual brindara un medio por el cual su tránsito sea seguro y confortable además de otros beneficios lo cual implica una vía de calidad, reflejada en salud, economía, educación, turismo y otros.

Factibilidad Ambiental

Las implicaciones que conllevan a construir este proyecto son la destrucción del ambiente del lugar, pero los cuales serían mínimos debido que es necesario un plan de mitigación de daños al ambiente por un ingeniero ambiental, el cual debería mitigar cualquier tipo de daño provocado por la construcción de la vía, puesto así el lugar de estudio no cuenta con mucha fauna la cual no es mas de pajonales y plantas características del sector, respecto a la fauna es muy escasa de acuerdo a la observación de los diferentes trabajos realizados.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. Diseño geométrico de la vía

El diseño geométrico de una vía es una de las diferentes partes que son de vital importancia dado que este diseño la vía ha tenido que adaptarse a las diferentes normas para su diseño así como las peticiones de la entidad beneficiaria la cual menciono que esta no podría moverse más allá del diseño puesto que la misma se encuentra en un terreno propio de la comunidad y moverse de sus puntos sería una afectación de la reserva nacional del estado de protección en los páramos. Existe una serie de normas y parámetros que determinan y establecen las características geométricas de la vía, tales como: el alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal, donde se establecen especificaciones para que estos factores funcionen adecuadamente y durante un razonable período de tiempo.

Para realizar el diseño geométrico de la vía, es necesario realizar el estudio del tráfico para determinar el tipo de carretera así como el levantamiento topográfico para proceder con el diseño horizontal en donde se debe tomar en cuenta varias consideraciones como: radios mínimos, tangentes, peralte, velocidad de diseño y circulación. En el diseño vertical se debe tomar en cuenta principalmente las gradientes mínimas y máximas para que fluya el agua con normalidad en las zonas planas y con pendientes.

Se realizó los diseños geométricos de la vía como son el horizontal, vertical y secciones transversales utilizando el programa especializado para el diseño vial, con el cual permitió obtener resultados de una manera rápida, eficiente y objetiva.

6.6.2. Diseño de la estructura del pavimento

El pavimento es una estructura de tipo vial formada por un conjunto de capas ubicadas una sobre otra que tienen como fin principal ofrecer una superficie de tránsito vehicular limpio, cómodo, seguro y durable, además disminuye los costos de mantenimiento de la carretera y de operación vehicular.

Esta estructura se la construye directa y continuamente apoyada sobre el suelo, por la cual es necesario realizar un estudio de suelos para determinar las características físicas, principalmente la capacidad de soporte (CBR), donde se obtuvo resultados como un suelo pobre y muy débil. En este diseño se determina los espesores de las capas de la estructura de pavimento de acuerdo a varios parámetros estipulados por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte Oficial (AASHTO) publicado en 1993 y tomados a consideración a continuación:

- Tiempo o periodo de análisis: este es un factor tomado por parte del diseñador como un criterio de la duración que deberá tener nuestra estructura vial en el futuro.
- Confiabilidad, se refiere al grado de certidumbre que un diseño pueda llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones
- Niveles de serviciabilidad, se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado
- Propiedades de los materiales, refiriéndose al Módulo Resiliente en función de los materiales que componen cada capa

6.6.3. Diseño del sistema de drenaje

El drenaje constituye un factor decisivo y de enorme trascendencia en la estabilidad y conservación de los elementos de una carretera, razón por la cual gran parte del presupuesto es destinado para la construcción de cunetas, alcantarillas, canales y otras obras que sirven para controlar la erosión del terreno las cuáles serán de suma importancia.

6.7. METODOLOGÍA

A partir de las observaciones de campo en donde se identificó las condiciones en las que se encontraba la vía, se realizaron las encuestas a los pobladores, el levantamiento topográfico, se tomó las muestras de suelo para determinar la capacidad portante y se realizó el conteo vehicular con el cual se pudo clasificar a la vía.

Con la faja topográfica realizada a un ancho de 60m se procedió de manera secuencial con el diseño geométrico de la vía tanto horizontal como vertical, la determinación de las secciones transversales, el diseño de la estructura del pavimento flexible, el diseño del sistema de drenaje vial y se realizó el presupuesto referencial con el cronograma valorado de trabajo.

6.7.1. Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con estación total, en un ancho de faja de 30m a cada lado del eje de la vía como promedio y en sitios donde el terreno presentaba inconvenientes por la presencia de obstáculos tales son bosques de pino y pendientes demasiado pronunciadas, además que se tomó características de la vía como un único paso de agua.

Para iniciar con el inicio del levantamiento se realizó un punto con el GPS para así poder determinar el azimut mediante un cálculo simple de dos puntos tomados los datos con GPS, y así poder determinar las estaciones o puntos.

Seguido de esto se procedió a visar la mayor cantidad de puntos hasta que la topografía lo permitía, y a la vez se fue abscisando cada 30 a 40 metros el eje de la vía, en lugares los cuales sus tramos son rectos se aumentó su abscisado.

Los datos de la topografía tomados con la estación total fueron procesados con el software AUTO CAD CIVIL 3D para simular una superficie, se dibujó las curvas de nivel y se replanteó los detalles que se encuentran a los lados de la vía de esta manera se obtuvo la faja topográfica.

Según las Normas de diseño geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MTOB 2003), una vía tipo IV o camino vecinal tiene las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 25 Km/h
- Radio mínimo de curvas horizontales: 20 m
- Distancia de visibilidad para parada: 25 m
- Distancia de visibilidad para rebasamiento: 110 m
- Peralte: 8 % para $V < 50$ Km/h
- Coeficiente “K” para:

Curvas verticales convexas: 2

Curvas verticales cóncavas: 2

- Gradiente longitudinal máxima: 8 % terreno ondulado y 12% terreno montañoso
- Gradiente longitudinal mínima: 0.5%
- Ancho de pavimento: 6.00 m

6.7.2. Diseño Geométrico

6.7.2.1. Diseño Horizontal

1. Velocidad de diseño (V_d)

Para el presente estudio se adoptó una velocidad de diseño de 25 km/h, de acuerdo al tipo de topografía dominante. (Cuadro N° 4)

$$V_d = 25 \text{ km/h}$$

2. Velocidad de circulación (V_c)

$$V_c = 0.8V_d + 6.5 \quad \text{cuando } TPDA < 1000$$

$$V_c = 0.80 * 25 \text{ km/h} + 6.5$$

$$V_c = 26.5 \text{ km/h} \rightarrow \mathbf{30 \text{ km/h}}$$

3. Distancia de visibilidad de parada (D_p)

$$D_p = 0.7 * V_c + \frac{V_c^2}{254 + f}$$

Dónde:

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

V_c = Velocidad de circulación (km/h)

f = Coeficiente de fricción longitudinal

Determinándose el coeficiente de fricción con la siguiente ecuación:

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

$$f = \frac{1.15}{(30 \text{ km/h})^{0.3}}$$

$$f = 0.415$$

$$D_p = 0.7 (30 \text{ km/h}) + \left(\frac{(30 \text{ km/h})^2}{254 (0.415)} \right)$$

$$D_p = 21.28 \text{ m}$$

El valor a ser considerado según el MTOP es $D_p = \mathbf{25 \text{ m}}$ (Cuadro N° 6)

4. Distancias de visibilidad de rebasamiento (D_r)

$$D_r = (9.54 * V_c) - 218$$

Dónde:

D_r = Distancia de visibilidad de rebasamiento

V_c = Velocidad de diseño expresada (km/h)

$$D_r = (9.54 * 30 \text{ km/h}) - 218$$

$$D_r = 68.2 \text{ km/h}$$

El valor a ser considerado según el MTOP es **$D_r = 110 \text{ km/h}$** (Cuadro N° 7)

5. Radio mínimo de curvas horizontales

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

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal (m)

V_d = Velocidad de diseño (km/h)

f = Coeficiente de fricción lateral. (Cuadro N° 8)

e = Peralte de la curva (metro por metro ancho de la calzada)

$$R = \frac{(25 \text{ km/h})^2}{127(0.08 + 0.315)}$$

$$R = 12.46 \text{ km/h}$$

El valor a ser considerado según el MTOP es **$R = 20 \text{ m}$** (Cuadro N° 8)

Nota: Todas las curvas circulares del proyecto tienen un radio de diseño mayor al mínimo.

6. Peralte máximo

Como la vía del proyecto es tipo IV o camino vecinal con una velocidad de diseño de 25 km/h menor a 50 km/h según lo que establece las Normas de diseño geométrico de carreteras del MTOP el valor del peralte máximo fue 8%.

7. Elementos de curvas circulares

Para el cálculo típico se ha escogido la curva circular N° 25 que se diseñó con un radio de curvatura de 285 m.

- Grado de curvatura (Gc)

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

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2 * \pi * 285}$$

$$Gc = 4^{\circ}1'14.72''$$

- Ángulo central (Δ)

Para esta curva de ejemplo el ángulo central, $\Delta = 3^{\circ}43'22''$

- Longitud de curva (Lc)

$$Lc = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$Lc = \frac{\pi * 285 * 3^{\circ}43'22''}{180}$$

$$Lc = 18.51 \text{ m}$$

- Tangente o subtangente (T)

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

$$T = 285 * \tan\left(\frac{3^{\circ}43'22''}{2}\right)$$

$$T = 9.26 \text{ m}$$

- External (E)

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

$$E = 285 * \left[\sec\left(\frac{3^{\circ}43'22''}{2}\right) - 1 \right]$$

$$E = 0.15 \text{ m}$$

- Flecha (F) u ordenada media

$$F = R * \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

$$F = 285 * \left[1 - \cos\left(\frac{3^{\circ}43'22''}{2}\right) \right]$$

$$F = 0.15 \text{ m}$$

- Cuerda larga (L)

$$L = 2R * \left[\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right]$$

$$L = 2 * 285 * \left[\sin\left(\frac{3^{\circ}43'22''}{2}\right) \right]$$

$$L = 18.52 \text{ m}$$

A partir de estos elementos se procede a calcular el abscisado de los puntos principales de la curva circular:

$$PC = PI - T \quad \therefore \quad PI = PC + T$$

$$PC = \quad 2 + 423.38$$

$$-T = \quad \quad 9.26$$

$$PI = \quad 2 + 432.64$$

$$PT = PC + Lc$$

$$PC = 2 + 423.38$$

$$Lc = 18.51$$

$$PT = 2 + 441.89$$

6.7.2.2. Diseño vertical

Para el cálculo típico se ha escogido la curva vertical N° 4

a) Cálculo de L_{vc}

$$L_{vc} = PTV - PCV$$

$$PTV = 2 + 516.26$$

$$-PCV = 2 + 314.98$$

$$L_{vc} = 0 + 201.28$$

Nota: Dado que todas las curvas verticales son simétricas las longitudes de entrada y salida de la misma, no requieren de operaciones adicionales.

b) Abscisa del PIV

$$PIV = PCV + L_{vc}/2$$

$$PCV = 2 + 314.98$$

$$L_{vc}/2 = 0 + 100.64$$

$$PIV = 2 + 415.62$$

c) Gradientes de entrada y salida g_1 y g_2 respectivamente

ABSCISAS	$PCV = 2 + 314.98$	COTAS	$PCV = 3835.43$
----------	--------------------	-------	-----------------

$$PIV = 2 + 415.62$$

$$PTV = 2 + 516.26$$

$$PIV = 3842.15$$

$$PTV = 3852.92$$

$$g_1 = \frac{Cotas(PIV - PCV)}{ABS(PIV - PCV)} * 100$$

$$g_1 = \frac{3842.15 - 3835.43}{2415.62 - 2314.98} * 100$$

$$g_1 = 6.68\%$$

$$g_2 = \frac{Cotas(PTV - PIV)}{ABS(PTV - PIV)} * 100$$

$$g_2 = \frac{3852.92 - 3842.15}{2516.26 - 2415.62} * 100$$

$$g_2 = 10.70\%$$

d) Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 6.68 - 10.70 = -4.02\%$$

e) Longitud de curva

Para una curva convexa la longitud de curva es $L=K*A$, el coeficiente K para longitud mínima de curvas verticales-cóncavas según el cuadro N° 14 es $K= 2$

$$K_{cal} = Lvc/A$$

$$K_{cal} = 201.28/-4.02\%$$

$$K_{cal} = 50.00$$

Y la longitud mínima para curvas convexas es $L_{mín} = 0,60 * Vd$, siendo Vd la velocidad de diseño.

$$L_{min} = 0.60 * 25 \text{ km/h} = 15 \text{ m}$$

$L_{cv} = 201.28 \text{ m} \therefore L_{cv} > L_{mín}$ O.K. En el proyecto todas las longitudes de curvas son mayores a la longitud mínima de 15 m.

6.7.3. Diseño del pavimento

En el caso de los pavimentos flexibles, el método AASHTO 1993 establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito (mayores de 50000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el período de diseño).

Ecuación de diseño Método AASHTO 93

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un “Número Estructural **SN**” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado, el método proporciona la ecuación general que involucra los siguientes parámetros:

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

Dónde:

- W_{18} = Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 18 kips (80 KN)
- Z_R = Desviación estándar normal, estandarizada para una confiabilidad (R)
- S_o = Desviación estándar global
- SN = Número estructural
- ΔPSI = Cambio en la servicialidad
- M_R = Módulo de resiliencia

Periodo de diseño

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas

alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o reconstrucción, por lo tanto éste será superior a 20 años.⁶⁴

Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1.- Periodo de análisis

Tipo de Carretera	Período de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: AASHTO, (1993)

Confiabilidad

Define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las sollicitaciones de carga e intemperismo, o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles. Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado.⁶⁵

Cuadro N° 52.- Niveles recomendados de confiabilidad

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras primarias	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

Fuente: AASHTO, (1993)

⁶⁴ <http://es.slideshare.net/andresricog/libro-de-pavimentos>

⁶⁵ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

En la zonas rurales optaremos por el valor promedio $R= 65 \cong 70$

Una vez seleccionado el valor de “R” que el Proyectista considere adecuado, se busca el valor de Z_R del cuadro siguiente el cual es $Z_R= -0,524$.

Cuadro N° 53.- Factor de desviación normal

Confiabilidad	Z_R	Confiabilidad	Z_R
50	0	92	-1,405
60	-0,233	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327

Fuente: AASHTO, (1993)

Desviación estándar global S_o

Una vez elegido un nivel de confianza y obtenidos los resultados del diseño, éstos deberán ser corregidos por dos tipos de incertidumbre: la confiabilidad de los parámetros de entrada, y de las propias ecuaciones de diseño basadas en los tramos de prueba. Para este fin, se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento.⁶⁶

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO: $0,40 < S_o < 0,50$

Se recomienda usar $S_o= 0,45$.

Módulo de Resiliencia

Para el diseño de pavimentos flexibles deben utilizarse valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio, las diferencias que se puedan presentar están consideradas en el nivel de confiabilidad R . Durante el año se presentan variaciones en el contenido de humedad de la subrasante, las cuales producen

⁶⁶ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

alteraciones en la resistencia del suelo, para evaluar esta situación es necesario establecer los cambios que produce la humedad en el módulo resiliente.

Con este fin se obtienen módulos resilientes para diferentes contenidos de humedad que simulen las condiciones que se presentan en el transcurso del año, en base a los resultados se divide el año en periodos en los cuales el M_r es constante.⁶⁷

$$\underline{M_r(psi)} = 1500 * CBR \quad (\text{Sugerida por AASHTO}) \quad CBR < 10\%$$

$$M_r(psi) = 3000 * CBR^{0.65} \quad CBR \text{ de } 7.2\% \text{ a } 20\%$$

$$M_r(psi) = 4326 * \ln CBR + 241 \quad (\text{para suelos granulares utilizada por la AASHTO})$$

El CBR de la subrasante del proyecto es 3,5%, por lo tanto el módulo de resiliencia se lo calculó con la expresión para CBR <10%:

$$M_r(psi) = 1500 * 3.5 = 5250 \text{ psi} \gg 1 \text{ Ksi} = 1000 \text{ psi} \Rightarrow M_r(Ksi) = 5,25 \text{ Ksi}$$

Índice de serviciabilidad (PSI)

Se define el Índice de Serviciabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

Inicialmente esta condición se cuantificó a través de la opinión de los conductores.⁶⁸

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}$$

Dónde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.

⁶⁷ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

⁶⁸ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

PSI inicial = Índice de servicio inicial (4.5 para pavimentos rígidos y 4.2 para pavimentos flexibles).

PSI final = Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0 recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Los índices a utilizarse en el diseño son:

PSI inicial: 4,2 (por tratarse de un pavimento flexible)

PSI final: 2.0 (por ser un camino secundario)

$$\Delta PSI = 4.2 - 2 \qquad \Rightarrow \qquad \Delta PSI = 2.2$$

Análisis de tráfico

Las cargas de los vehículos son transmitidas al pavimento mediante dispositivos de apoyo multiruedas para determinar la carga total sobre una superficie mayor, con el fin de reducir las tensiones y deformaciones que se producen al interior de la superestructura.

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos.⁶⁹

- Volúmenes de camiones

Es necesario conocer el porcentaje de camiones presentes en el volumen de tránsito a estudiar, así como también la clasificación de estos camiones. Diferentes tipos de camiones llevan distintas cargas y su número no debería ser combinado sin un buen ajuste.⁷⁰

- Peso de camiones

Así como la distribución del tipo de camiones es importante, lo es también la de los pesos. Esto es en función de las nuevas reglamentaciones en cuanto a cargas y

⁶⁹ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

⁷⁰ (<http://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/volumenes-de-camiones.html>)

a las variaciones en el esquema productivo de una zona o de todo el país en general. Los factores que se deben conocer en este rubro son: peso total del camión y distribución por ejes de este peso.⁷¹

- Factor de daño FD

Expresa el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total. Así nace el concepto de Factor de Daño (FD). Este factor del camión puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración de tránsito dada. Es más exacto considerar factores de camión para cada clasificación general de camiones.

Tipos de Ejes	Eje equivalente (EE)
Eje simple de ruedas simples	$EES1=(P/6,6)^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EES2=(P/8,2)^4$
Eje tándem de ruedas dobles	$EETA=(P/15,1)^4$
Eje tridem de ruedas dobles	$EETR=(P/22,9)^4$

A continuación se describe el procedimiento de cálculo del factor de daño para los camiones de 2 ejes medianos [2DA]

$$\text{Eje simple: } \frac{P^4}{6,6} = \frac{3^4}{6,6} = 0,043$$

$$\text{Eje simple: } \frac{P^4}{8,2} = \frac{7^4}{8,2} = 0,531$$

$$\text{Factor daño} = 0,043 + 0,531 = 0,574$$

⁷¹ (<http://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/02/volumenes-de-camiones.html>)

Cuadro N° 54.- Factores de daño según el tipo de vehículos FD

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		FD
	P(Tn)	$\frac{P^4}{6,6}$	P(Tn)	$\frac{P^4}{8,2}$	P(Tn)	$\frac{P^4}{15,1}$	P(Tn)	$\frac{P^4}{22,9}$	
Bus	4	0,135	8	0,906					1,041
Camión de 2 ejes pequeños [2D]	3	0,043							0,178
	4	0,135							
Camión de 2 ejes medianos [2DA]	3	0,043	7	0,531					0,574
Camión de 2 ejes grandes [2DB]	7	1,126	11	3,238					4,504
Camión de 3 ejes(tándem posterior) [3A]	7	1,126			20	3,078			4,343
Camión de 4 ejes(tridem posterior) [4C]	7	1,265					24	1,206	2,472
Tracto camión de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes [3S2]	7	1,265			20	3,078			7,421
Tracto camión de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes [3S3]	7	1,265			20	3,078	24	1,206	5,550

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

- Factor de distribución por dirección DD

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO:⁷²

⁷² (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

Cuadro N° 55.- Factores de daño según el tipo de vehículos FD

Factor de distribución direccional DD	
N. de carriles en ambas direcciones	% de vehículos en carril de diseño.
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO, (1993)

A menos que existan consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección. En algunos casos puede variar de 30 a 70% dependiendo de la dirección que acumula mayor porcentaje de vehículos cargados.⁷³

- Factor de distribución por carril DC

En una carretera de dos carriles, cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista:

Cuadro N° 56.- Factor de distribución por carril DC

# de carriles en cada dirección	%de ejes simples equivalentes de 8.2 ton en el carril de diseño DC
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 – 75

Fuente: AASHTO, (1993)

Por lo tanto el número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton ó 18 kips acumulados en el carril de diseño se calculó de la siguiente forma:

⁷³ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

$$W_{18} = \sum TPDA_{Veh.Pesados} * FD * DD * DC * 365$$

Dónde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton en el primer año

$TPDA_{Veh.Pesados}$ = # de vehículos pesados que conforman el TPDA (buses, camiones, etc.)

FD= Factor de daño según el tipo de vehículo pesados

DD= Factor de distribución direccional

DC= Factor de distribución por carril

❖ Cálculo del número de ejes equivalentes acumulados

$$W_{18} = \sum TPDA_{Veh.Pesados} * FD * DD * DC * 365$$

Para el 2015 $W_{18} = 8 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 8 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 2358$

Para el 2016 $W_{18} = 8 * 1,041 * 0,5 * 1 * 365 + 8 * 0,574 * 0,5 * 1 * 365 = 2358$

Hasta el año 2016:

$W_{18 \text{ acumulado}} = W_{18} \text{ del 2015} + W_{18} \text{ del 2016} = 2358 + 2358 = 4775$

Este mismo procedimiento se realizó para cada año y se adicionó el $W_{18 \text{ acumulado}}$ del año anterior hasta llegar al final del periodo de diseño, dando como resultado

$W_{18 \text{ acumulado}} = 61895$

Cuadro N° 34.- Número de ejes equivalentes a 8.2 Ton

CALCULO DEL NUMERO DE EJES EQUIVALENTES A 8,2 TONS									
AÑO	% Crecimiento			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				W 18 ACUML.	W18 CARRIL DISEÑO
	Autos	Buses	Camiones	Autos	Buses	Camiones	TPD TOT.		
2015	4.47	2.22	2.18	96	8	8	112	2358	1179
2016	3.97	1.97	1.94	100	8	8	116	4775	2388
2017	3.97	1.97	1.94	104	8	8	121	7251	3626

2018	3.97	1.97	1.94	108	9	9	125	9786	4893
2019	3.97	1.97	1.94	112	9	9	130	12380	6190
2020	3.97	1.97	1.94	116	9	9	134	15033	7517
2021	3.57	1.78	1.74	121	9	9	139	17745	8873
2022	3.57	1.78	1.74	125	9	9	144	20516	10258
2023	3.57	1.78	1.74	129	10	10	148	23345	11673
2024	3.57	1.78	1.74	134	10	10	154	26233	13117
2025	3.57	1.78	1.74	139	10	10	159	29180	14590
2026	3.25	1.62	1.58	144	10	10	164	32186	16093
2027	3.25	1.62	1.58	149	10	10	170	35251	17626
2028	3.25	1.62	1.58	154	11	11	175	38375	19188
2029	3.25	1.62	1.58	159	11	11	181	41558	20779
2030	3.25	1.62	1.58	164	11	11	186	44800	22400
2031	3.25	1.62	1.58	169	11	11	191	48101	24051
2032	3.25	1.62	1.58	174	11	11	197	51461	25731
2033	3.25	1.62	1.58	180	12	12	203	54880	27440
2034	3.25	1.62	1.58	186	12	12	210	58358	29179
2035	3.25	1.62	1.58	192	12	12	216	61895	30948

Fuente: Autor

Determinación de los espesores de la sección multicapa

Una vez que se ha obtenido el Número Estructural **SN** para la sección estructural del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño.

Para este fin se utiliza la siguiente ecuación que permite obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta, de la capa base y de la sub-base:⁷⁴

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Dónde:

SN = número estructural.

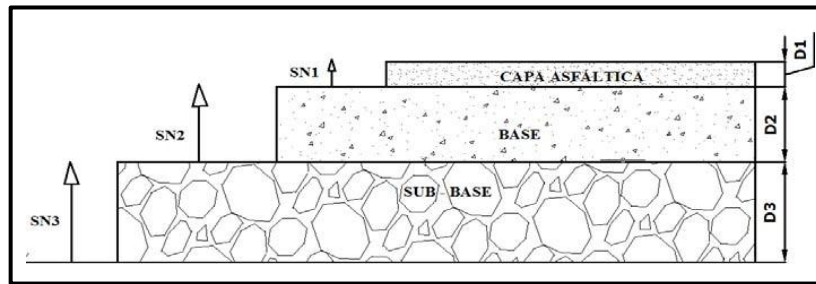
a1, a2 y a3= coeficientes estructurales de la carpeta, base, sub-base respectivamente.

⁷⁴ (Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, 2004, "Diseño de Pavimentos")

d1, d2 y d3= espesores de cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento.

m2 y m3= coeficientes de drenaje de sub-base y base respectivamente.

Gráfico N° 37.- Espesores de las capas de pavimento



Fuente: Universidad Mayor de San Simón, Pavimentos

En el siguiente cuadro muestra los espesores mínimos para cada capa:

Cuadro N° 57.- Espesores mínimos en función de los ejes equivalentes

Ejes Equivalentes	Carpeta asfáltica(plg)	Bases granulares y/o sub-base granular(plg)
Menos de 50.000	1,0 ó T.S.	4,0
50.001-150.000	2,0	4,0
150.001-500.000	2,5	4,0
500.001-2'000.000	3,0	6,0
2'000.001-7'000.000	3,5	6,0
Mayor a 7'000.000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, (1993)

En el caso de las capas granulares, es deseable que la capa superior tenga siempre mayor capacidad estructural que la inferior. Esto es, la base granular tendrá mayor aporte que la sub-base y ésta que la subrasante.

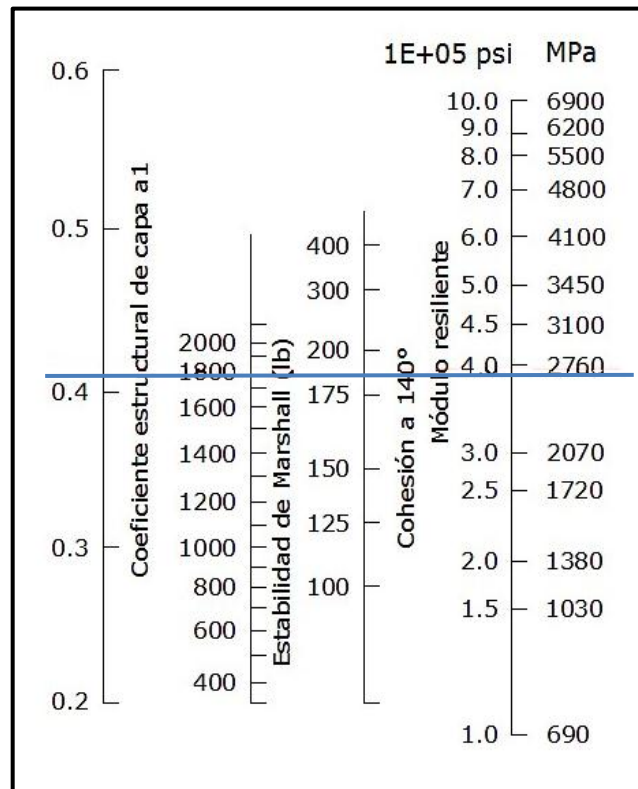
En el caso del proyecto según el $W_{18acumulado} = 61895$ el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es de 2,0 plg y de la base y sub-base es de 4,0 plg.

❖ **Cálculo de los coeficientes estructurales**

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica a_1

La estabilidad de Marshall mínima escogida fue 1800 lb según lo establecido en la tabla 405.5.4, de las Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MTOP, para tráfico pesado se determina el coeficiente de la carpeta. (1ksi = 1000 psi)

Gráfico N° 38.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_1



Fuente: AASHTO, (1993)

Por medio de la apreciación se obtuvo $a_1 = 0,41$ y un módulo resiliente de la carpeta asfáltica de **3,90 E+05 psi**. Sin embargo con la siguiente tabla se pudo obtener el valor de a_1 por medio de interpolación, solo para el caso de la carpeta asfáltica se consideró igual al módulo resiliente con el módulo elástico.

Cuadro N° 58.- Módulos de la carpeta asfáltica a_1

	Módulos elásticos		Valores de a_1
	Psi	MPa	
	225000	1575	0,32
	250000	1750	0,330
	275000	1925	0,350
	300000	2100	0,360
	350000	2275	0,375
	325000	2450	0,385
390000	375000	2625	0,405
	400000	2800	0,420
	425000	2975	0,435
	450000	3150	0,440

Fuente: AASHTO, (1993)

Interpolación:

Módulo elástico		Coefficiente estructural a_1
400000	\Rightarrow	0,420
-375000	\Rightarrow	0,405
<hr/>		
25000	\Rightarrow	0,015
15000	\Rightarrow	X

$$X = 0,009$$

$$\therefore a_1 = 0,405 + 0,009$$

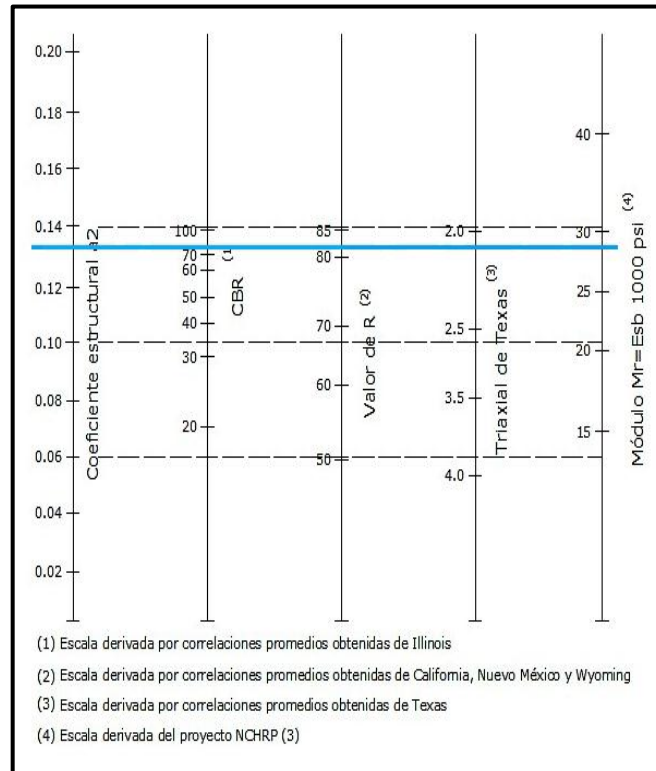
$$a_1 = \mathbf{0,414}$$

$M_R = 3,9E+05 \text{psi}$ ó 390Ksi , de la carpeta asfáltica.

Coefficiente estructural de la capa base a_2

En el capítulo II ya se describió las características que deben tener las bases de agregados, según la sección 404 “Bases” en las Especificaciones del MTOP las bases de agregados deberán tener un $CBR \geq 80$.

Gráfico N° 39.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_2



Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro N° 59.- Coeficiente estructural de la capa base a_2

CBR (%)	a_2	CBR (%)	a_2	CBR (%)	a_2
20	0,070	45	0,112	70	0,130
30	0,095	50	0,115	80	0,133
35	0,100	55	0,120	90	0,137
40	0,105	60	0,125	100	0,140

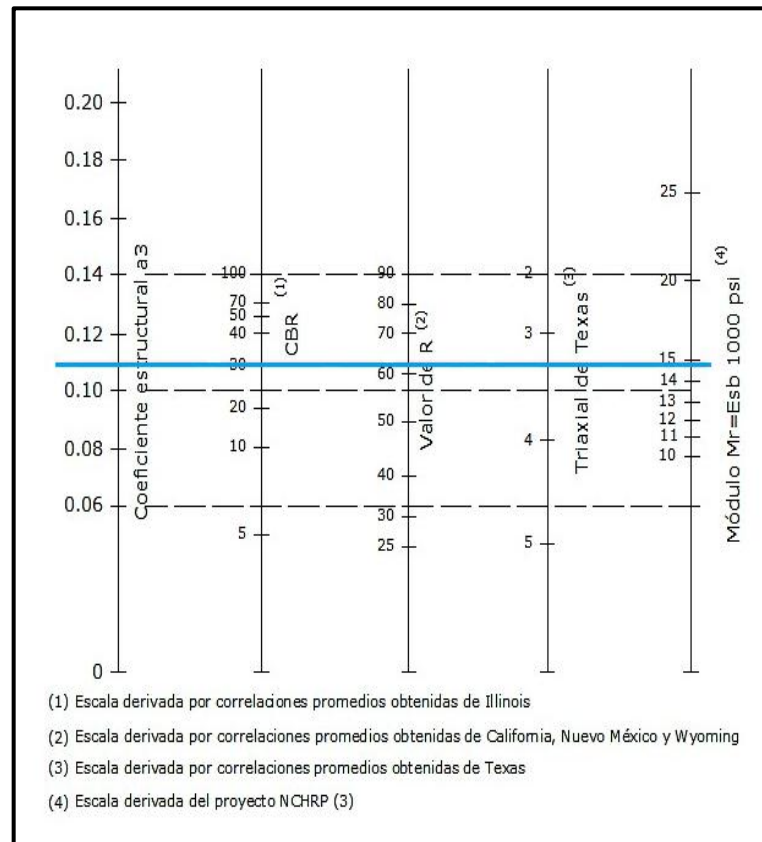
Fuente: AASHTO, (1993)

Coeficiente estructural de la capa base $a_2=0,133$ y su $M_r=28500$ psi o 28,5 Ksi.

Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3

En el capítulo II ya se describió las características que deben tener las sub-bases de agregados, según las Especificaciones del MTOP en la sección 403 “Sub-bases” describe que las sub-bases de agregados deberán tener un $CBR \geq 30$.

Gráfico N° 40.- Nomograma para estimar el coeficiente estructural a_3



Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro N° 60.- Coeficiente estructural de la capa sub-base a_3

CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3
10	0,08	35	0,115	70	0,130
20	0,023	40	0,120	80	0,135
25	0,102	50	0,120	90	0,138
30	0,108	60	0,128	100	0,140

Fuente: AASHTO, (1993)

Coeficiente estructural de la capa base $a_3=0,108$ y su $M_r=14900$ psi o 14,9 Ksi.

● **Determinación de los coeficientes de drenaje (m_2, m_3)**

Estos coeficientes son determinados en base al tiempo que el agua demora en ser eliminada de las capas granulares que compone el pavimento (base y sub-base).

Inicialmente se escogió la calidad de drenaje del sector y posteriormente en base a esta calidad de drenaje se determinó el coeficiente de m_2 y m_3 .

Cuadro N° 61.- Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua o drena

Fuente: AASHTO, (1993)

Cuadro N° 62.- Coeficientes de drenaje m_2 , m_3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5-25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, (1993)

❖ Cálculo del número estructural requerido SN

Para calcular el número estructural se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 y se ingresaron los valores de confiabilidad, desviación estándar, serviciabilidad inicial y final, el módulo resiliente de la subrasante y el número de ejes equivalentes acumulados al final del periodo de diseño.

Gráfico N° 41.- Cálculo del SN requerido en el software Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '70 % Zr=-0.524' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (5250 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 61895'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 2.18'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

❖ Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento flexible

Para la determinación de los espesores por capa se utilizó una hoja de Excel en donde se ingresó las siguientes variables de entrada:

- Tipo de pavimento: flexible
- Periodo de diseño: 20 años
- Confiabilidad (R): 70%
- Desviación normal (Zr): -0,524
- Desviación estándar global (So): 0,45
- Módulo de resiliencia de la subrasante: 5250 psi
- Índice de servicio inicial (PSIo): 4,2 Índice de servicio final (PSIf): 2,0
- Perdida del índice de serviciabilidad (Δ PSI): 2,2

- W_{18} acumulado para el tiempo de diseño: $6,19E+04$
- Coeficiente estructural a_1 : 0,414
- Coeficiente estructural a_2 : 0,133
- Coeficiente estructural a_3 : 0,108
- M_r de carpeta asfáltica: 390 Ksi
- M_r de la capa base: 28,50 Ksi
- M_r de la capa sub-base: 14,90 Ksi
- Coeficientes de drenaje m_2 (base): 1,00
- Coeficientes de drenaje m_3 (sub – base): 0,80



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Diseño de pavimentos flexibles
Método AASHTO – 1993



PROYECTO: Estudio de la vía Cusubamba – Quisapincha
REALIZADO POR: Egdo. Jorge Sánchez
REVISADO POR: Ing. Mg. Galo Núñez
TRAMO: II
ABSCISADO: KM 7+000 – KM 12+440

DATOS DE ENTRADA:

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	DATOS
---	--------------

A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	390.00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.50
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	14.90

2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6.19E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	5.25
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.414
Base granular (a2)	0.133
Subbase (a3)	0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.000
Subbase (m3)	0.800

DATOS DE SALIDA:

NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SNREQ)	2.17	
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SNCA)	1.08	
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SNBG)	0.36	
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SNSB)	0.74	

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	PROPUESTA		
	TEÓRICO	ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	6.6 cm	5.0 cm	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6.9 cm	15.0 cm	0.79
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	21.6 cm	20.0 cm	0.68
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.28

Fuente: Autor

❖ **Desarrollo del procedimiento manual para determinar los espesores de cada capa de la estructura del pavimento**

Se desarrolló la misma fórmula para determinar los números estructurales requeridos para proteger cada capa del pavimento, reemplazando el módulo resiliente de la subrasante por el módulo resiliente de cada capa.

Así para determinar el espesor D_1 de la capa de concreto asfáltico se supone un M_R igual al de la base y así se obtiene el SN que debe ser absorbido por el concreto asfáltico. Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN_1 .

$SN_1 = 1.08$, espesor de la carpeta asfáltica D_1 :

Teórico

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{1.08}{0.414}$$

$$D_1 = 2.61 \text{ plg.} = 6.6 \text{ cm}$$

- Propuesta $D_1' = 5$ cm

$$SN_1' = D_1' * a_1$$

$$SN_1' = 5 \text{ cm} * 0.414$$

$$SN_1' = 2.07 \text{ cm} = 0.81 \text{ plg.}$$

Para determinar el espesor de la base se ingresó el M_R de la sub-base y de esta manera se obtuvo el SN_2 que será absorbido por el concreto asfáltico y la base. Se utilizó el software Ecuación AASHTO 93 para determinar el SN_2 .

$SN_2 = 1.44$, espesor de la carpeta asfáltica D_2 :

Teórico

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{1.44 - 1.08}{0.133 * 1}$$

$$D_2 = 2.71 \text{ plg.} = 6.88 \text{ cm}$$

- Propuesta $D_2' = 15$ cm

$$SN_2' = D_2' * a_2 * m_2$$

$$SN_2' = 15 \text{ cm} * 0.133 * 1$$

$$SN_2' = 2.00 \text{ cm} = 0.79 \text{ plg.}$$

Por último para la sub-base se emplea el M_R de la subrasante para determinar el $SN_3 = SN$ requerido para todo el paquete estructural ya anteriormente calculado.

$SN_3 = SN_{REQ} = 2.17$, el espesor de la sub-base D_3 :

$$D_3 = \frac{SN - (SN_1' + SN_2')}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{2.17 - (0.81 + 0.63)}{0.108 * 0.8}$$

$$D_3 = 8.55 \text{ pgl.} = 21.46 \text{ cm}$$

- Propuesta $D_3' = 20$ cm

$$SN_3' = D_3' * a_3 * m_3$$

$$SN_3' = 20 \text{ cm} * 0.108 * 0.8$$

$$SN_3' = 1.73 \text{ cm} = 0.68 \text{ plg.}$$

Por lo tanto:

$$SN_{CAL} = SN_1' + SN_2' + SN_3'$$

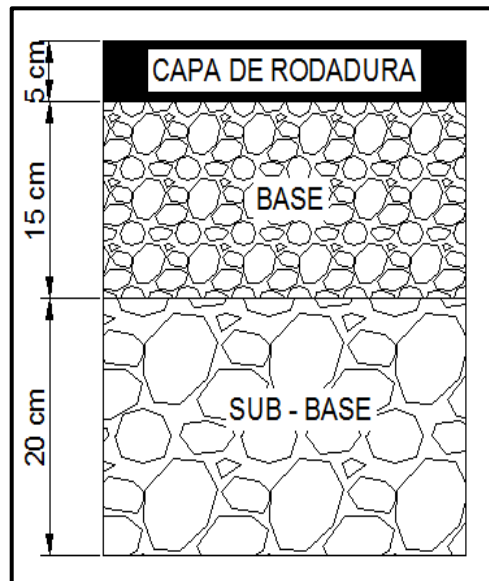
$$SN_{CAL} = 0.81 + 0.79 + 0.68$$

$$SN_{CAL} = 2.28$$

$$\begin{aligned} SN_{CAL} &> SN_{REQ} \\ 2.28 &> 2.17 \end{aligned}$$

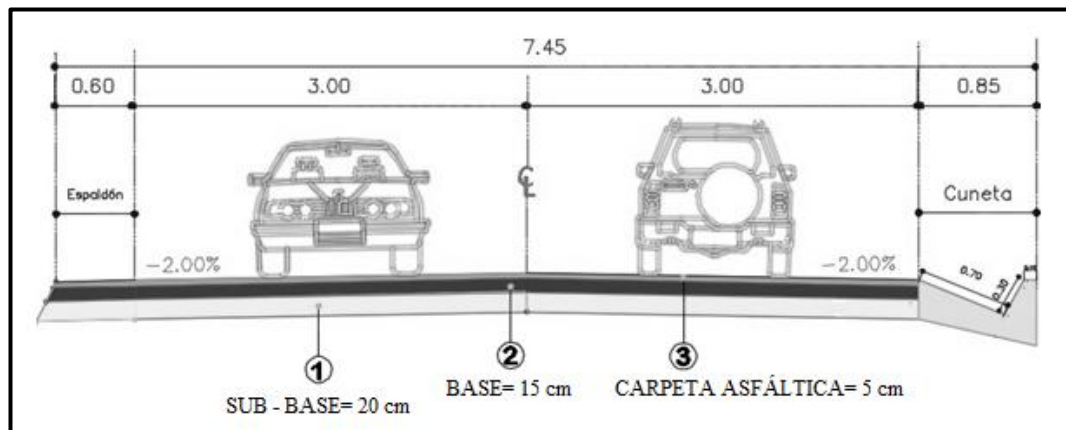
O.K.

Gráfico N° 42.- Espesores de diseño de la estructura del pavimento



Fuente: Autor

Gráfico N° 43.- Sección transversal de la vía para un periodo de 20 años



Fuente: Autor

- Descripción de parámetros a considerar dentro de la estructura del pavimento

Sub-base clase 3 y base clase 4

Las características de la sub-base clase 3 y la base clase 4 empleadas en la estructura del pavimento constan en los siguientes cuadros del capítulo 2 de la parte teórica.

Cuadro N° 24.- Características de las sub-bases y bases de agregados

		Límite líquido	Índice plástico	% de desgaste por abrasión	CBR
Sub-base de agregados	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50%	≥ 30 %
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 25	< 6	< 40%	≥ 80 %
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Límites granulométricos para sub-base clase 3:

Cuadro N° 22.- Límites granulométricos para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3"(76.2 mm)	--	--	100
2"(50.4 mm)	--	100	--
1 ½"(38.1 mm)	100	70-100	--
No.4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
No. 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	--
No.200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Se utilizó una sub-base clase 3 puesto que es tipo de sub-base que se dispone en las minas aledañas a la zona de proyecto, la cual es una sub-base mezclada con agregados naturales (cantos rodados) y procesados, con el fin de cumplir con los requisitos de granulometría, abrasión, límite líquido e índice de plasticidad especificados según el MTOP.

Límites granulométricos para base clase 4

Cuadro N° 23.- Límites granulométricos para bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo a	Tipo b			
2”(50.8 mm)	100				100
1 ½”(38.1 mm)	70-100	100			
1”(25.4 mm)	55-85	70-100	100		60-90
¾”(19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	
3/8”(9.5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No.4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No.200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Se empleó una base clase 4, debido a que las minas del Cantón Salcedo son conocidas por tener este tipo de base.

Capa de rodadura

La carpeta asfáltica empleada será de hormigón asfáltico, el cual se forma de la mezcla de cemento asfáltico y agregados, estos últimos tendrán la siguiente granulometría.

Cuadro N° 63.- Granulometrías de los agregados para la mezcla asfáltica

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾”	1/2”	3/8”	Nº4
1”(25.4 mm)	100	-	-	-
¾”(19.0 mm)	90 – 100	100	-	-
½”(12.7 mm)	-	90 – 100	100	-
3/8”(9.5 mm)	56 – 80	-	90 – 100	100
Nº4 (4.75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
Nº8 (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
Nº16 (1.18 mm)	-	-	-	40 – 80
Nº30 (0.6 mm)	-	-	-	25 – 65
Nº50 (0.3 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
Nº100 (0.15 mm)	-	-	-	3 – 20
Nº200 (0.075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

Además de los requisitos granulométricos que se indicaron anteriormente, los agregados deben cumplir con las siguientes exigencias:

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste	=< 40%
Resistencia a la acción de los sulfatos	< 12%
Recubrimiento y Peladura	Adherencia 95% Peladura 5 %
Índice plástico (Pasa #40)	< 4
Hinchamiento	1.50 %

El cemento asfáltico que se emplea en el país es el AP-3 que es un cemento asfáltico medio, cuyo grado de penetración es de 80 a 120 décimas de milímetros.

Cuadro N° 64.- Criterios de diseño para mezclas Marshall

Criterio de mezcla	Tráf. ligero		Tráf. medio		Tráf. pesado		Tráf. Muy pesado	
	Mín.	Máx	Mín.	Máx	Mín.	Máx	Mín.	Máx
Número de golpes en cada cara de la probeta	35		50		75		75	
Estabilidad en libras	750	-	1200	-	1800	-	2200	-
Flujo en centésimas de pulgada	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación de filler/betún	-	-	-	-	0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico

6.7.4. Sistema de drenaje

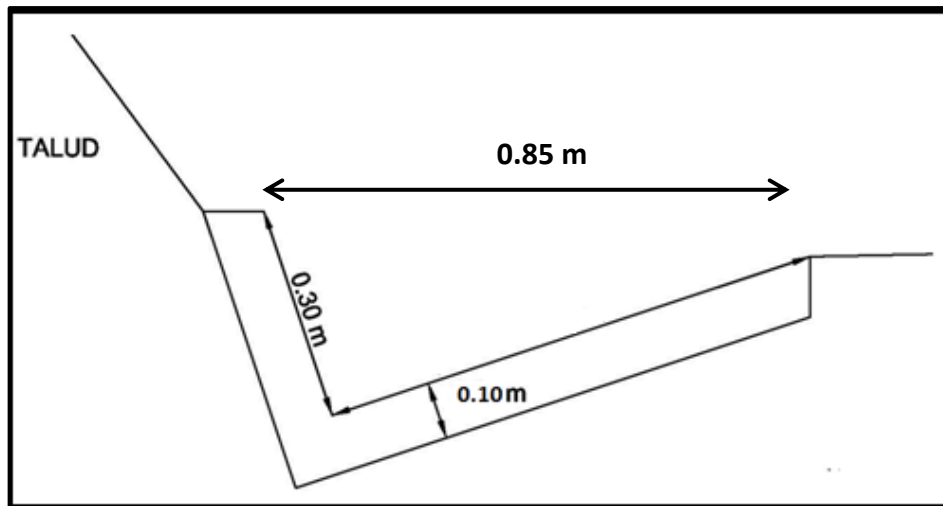
6.7.4.1. Diseño de cunetas

Para el presente estudio se ha tomado como modelo las cunetas realizadas por el H. Gobierno Provincial de Cotopaxi, a las que verificaremos su funcionalidad en el proyecto actual.

La cuneta es un canal o zanja poco profunda a lo largo del camino para coleccionar el agua del camino y del terreno vecino y transportarla hasta un punto adecuado para eliminarla.

Puede localizarse a lo largo del borde exterior o a lo largo de ambos lados del camino (Gordon Keller & James Sherar).

Gráfico N° 44.- Sección de la cuneta



Fuente: Autor

Utilizando la fórmula de Manning

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

$$Q = A * V$$

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

Dónde:

Q = Caudal de diseño (m³/s)

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

J = Pendiente hidráulica (%)

El radio hidráulico se expresa de la siguiente forma:

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

R = Radio hidráulico (m)

A = Área mojada de la sección (m)

P = Perímetro mojado (m)

Los coeficientes de rugosidad de Manning se presentan a continuación:

Cuadro N° 65.- Coeficientes de rugosidad de Manning

Tipos de recubrimientos	Coficiente (n)
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15cm de profundidad de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.013

Fuente: Apuntes de Hidrología

Con estos datos de entrada se procederá al cálculo hidráulico requerido.

Para calcular el área mojada, se tomara en cuenta que la cuneta trabaja a sección llena, por lo tanto el área mojada será igual al área de la sección de la cuneta:

$$A_{mojada} = \frac{b * h}{2}$$

$$A_{mojada} = \frac{0.85 * 0.30}{2}$$

$$A_{mojada} = 0.128 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado:

$$P_{mojado} = 0.79\text{m} + 0.40\text{m} = 1.19 \text{ m}$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R = \frac{0.128 \text{ m}^2}{1.19 \text{ m}}$$

$$R = 0.108 \text{ m}$$

Velocidad:

Remplazando en la ecuación de Manning se obtuvo:

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

$$V = \frac{1}{0.013} * (0.108)^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 17.445 * J^{1/2}$$

Reemplazando en la ecuación de continuidad se obtuvo:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.128 * 17.445 * J^{1/2}$$

$$Q = 2.233 * J^{1/2}$$

A continuación las velocidades y caudales admisibles para diferentes pendientes:

Cuadro N° 66.- Coeficientes de rugosidad de Manning

J%	J	V (m/s)	Q (m3/s)	J%	J	V (m/s)	Q (m3/s)
0.50	0.005	1.234	0.158	5.00	0.05	3.901	0.499
1.00	0.01	1.745	0.223	6.00	0.06	4.273	0.547
1.50	0.015	2.137	0.273	7.00	0.07	4.616	0.591
2.00	0.02	2.467	0.316	8.00	0.08	4.934	0.632
2.50	0.025	2.758	0.353	9.00	0.09	5.234	0.670
3.00	0.03	3.022	0.387	10.00	0.1	5.517	0.706
3.50	0.035	3.264	0.418	11.00	0.11	5.786	0.741
4.00	0.04	3.489	0.447	12.00	0.12	6.043	0.774

Fuente: Autor

Se utilizó la fórmula del método racional para el caudal que circula por la cuneta:

$$Q = C * I * A$$

Dónde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A = número de hectáreas tributarias

Coeficiente de escurrimiento:

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

C' = valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la escorrentía.

Cuadro N° 67.- Valores de coeficiente de escorrentía

Zona rural	C'
Topografía	
Plano pendiente 0,2 - 0,16 m/km	0.3
Moderada, pendiente 3,0 - 4,0 m/km	0.2
Colina, pendiente 30 - 50 m/km	0.1
Suelo	
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación limo - arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
Cubierta vegetal	
Terreno cultivado	0.1
Bosques	0.2

Fuente: Apuntes de Hidrología

Por tanto:

$$C = 1 - C_{Topografía} + C_{Suelo} + C_{Vegetación}$$

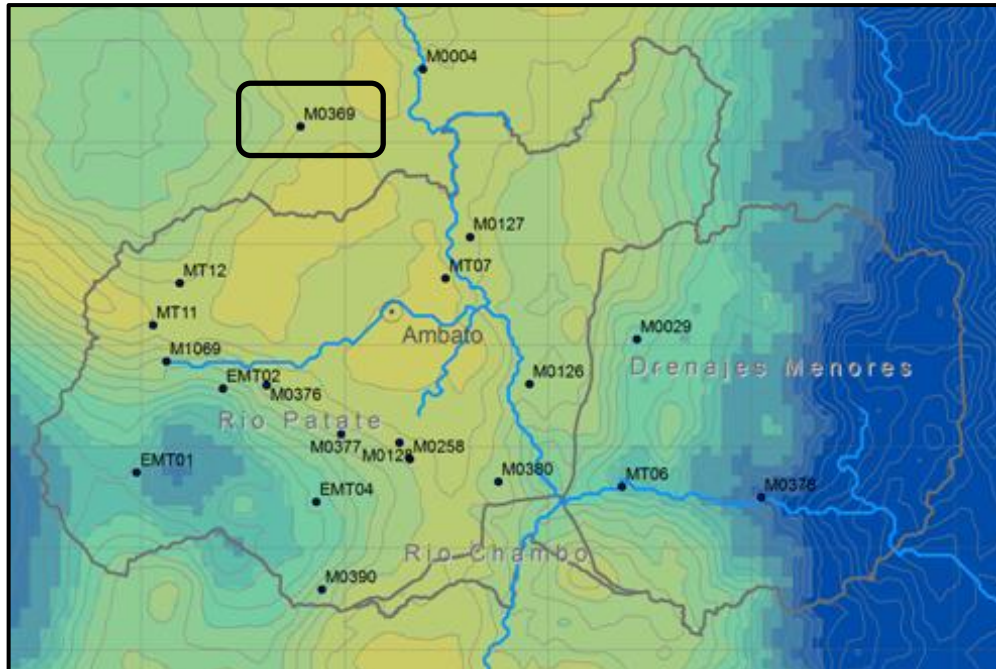
$$C = 1 - (0.1 + 0.4 + 0.1)$$

$$C = 0.4$$

Intensidad

La intensidad de lluvia es la tasa promedio de lluvia en milímetros por minutos para una cuenca o subcuenca de drenaje particular. La intensidad se selecciona con base en la duración de lluvia de diseño y el período de retorno. Se debe localizar las estaciones meteorológicas existentes en el área de influencia del proyecto para de esa forma elegir la estación de mayor influencia.⁷⁵

Gráfico N° 45.- Estación meteorológica



Fuente: Análisis de Patrones Espaciales de Precipitación en la Provincia de Tungurahua de Ecuador

⁷⁵ (Proyecto previo a la obtención de título, Tibán Paulina, 2015)

Ecuación representativa:

- 5 min < 23 min

$$l_{TR} = 28.784 * t^{-0.4507} * ld_{TR}$$

- 23 min < 1140 min

$$l_{TR} = 30.993 * t^{-0.472} * ld_{TR}$$

Dónde:

l_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

ld_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado.

TR= Período de retorno

t = tiempo de duración de la lluvia (min).

Intensidad diaria (ld_{TR})

Para calcular la intensidad diaria se empleó los niveles de precipitación máxima en 24 horas, los cuales son publicados por el INAMHI de acuerdo a la estación más cercana al lugar del proyecto.

Gráfico N° 46.- Valores pluviométricos mensuales 2011 (mm)

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS			M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media			Suma Mensual	Máxima en 24hrs	día				
		Máxima día	Mínima día	Mensual	Máxima	Mínima	Mensual												
ENERO	139.6	23.0	3	6.7	11	20.1	10.1	14.1	98	9	42	3	79	10.2	12.1	102.1	24.6	20	18
FEBRERO	102.5	22.6	16	0.8	29	19.5	9.0	13.5	98	9	45	13	79	9.7	12.0	65.9	8.7	29	22
MARZO	134.2	25.1	24	0.9	16	20.3	9.5	14.0					78	9.9	12.2	29.1	11.9	24	11
ABRIL	120.1	23.6	30	4.0	28	21.3	9.1	14.2	100	7	39	14	77	9.9	12.2	69.7	13.6	12	22
MAYO	125.9	23.5	23	5.3	27	20.0	8.8	13.6	98	17	39	23	77	9.4	11.8	15.1	7.1	16	14
JUNIO	168.1	23.0	12	3.2	4	20.2	8.2	13.5	100	12	43	12	75	8.8	11.4	9.6	4.7	17	13
JULIO	176.0	23.4	12			19.8	7.7	13.2	99	26	38	12	73	8.0	10.8	6.5	1.6	18	11
AGOSTO	161.4	23.4	2			19.4	6.9	12.9	99	9	31	6	70	7.1	10.1	13.0	4.9	24	9
SEPTIEMBRE	149.3			1.1	17	19.5	6.8	12.8	99	4	35	16	74	7.8	10.7	20.5	9.9	20	10
OCTUBRE	128.4	24.5	22	4.5	28	21.0	9.3	14.6	98	1	41	11	75	9.8	12.1	70.5	14.9	23	15
NOVIEMBRE	139.3	24.8	11	4.8	17	21.3	9.1	14.5	99	5	40	16	76	9.9	12.2	70.5	12.6	11	16
DICIEMBRE	164.5	26.8	15	2.8	16	22.3	8.4	14.4	99	23	30	15	73	8.9	11.5	24.6	8.5	25	11
VALOR ANUAL	1703.3					20.4	8.6	13.8					75	9.1	11.6	497.1	24.6		

Fuente: INAMHI, (2011)

Entonces:

$$P_{max} = 24.6 \text{ mm}$$

$$P_{max}(mm) = ld_{TR} \left(\frac{mm}{h} \right) * 24 \text{ h}$$

$$ld_{TR} = \frac{P_{max}}{24}$$

$$ld_{TR} = \frac{24.6}{24}$$

$$ld_{TR} = 1.025 \text{ mm/h}$$

Tiempo de concentración (t_c)

Es el tiempo de recorrido del agua del punto hidráulicamente más distante de la cuenca al punto de interés, que en este caso, es el sitio de descarga o desagüe en la vía, depende básicamente de la longitud, pendiente media y características del cauce principal. Para determinar el tiempo de concentración se emplea la ecuación de Kirpich:

Debido a la limitada información existente se recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, debido que es el lapso mayor aportación de la cuenca al cauce. (MTOP, 2003).

$$t_c = \left(\frac{0.8 * L^3}{H} \right)^{0.385}$$

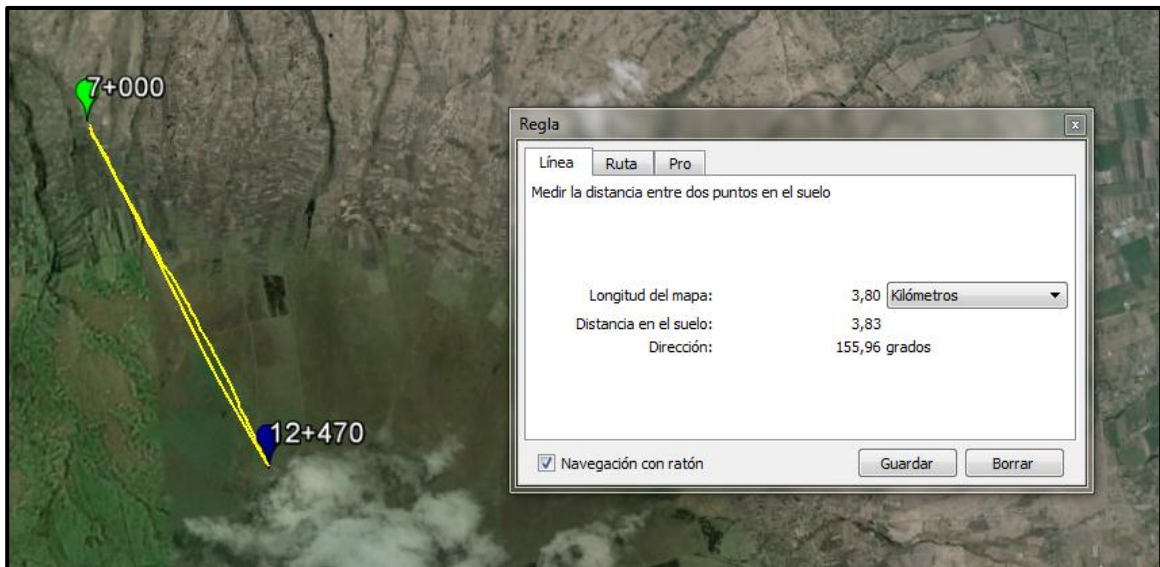
Dónde:

t_c = tiempo de concentración (min)

L= longitud de escurrimiento (km)

H= diferencia de elevación (m)

Gráfico N° 47.- Cota máxima y mínima de la descarga de agua lluvia



Fuente: Autor

En base a los datos topográficos tenemos la cota de nuestro inicio/fin de vía:

- Cota mayor de la subcuenca = 4150.00 m, aproximadamente.
- Cota de descarga en la vía = 3586.46 m, aproximadamente.
- Longitud de escurrimiento de una gota de lluvia = 5440 m, (5.44 km)

Entonces:

$$t_c = \left(\frac{0.8 * 5.44^3}{4150 - 3586.46} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.57 h \cong 35 \text{ min}$$

Como siguiente paso se procede a calcular la intensidad de precipitación:

- Para $23 \text{ min} < t_c < 1140 \text{ min}$

$$l_{TR} = 30.993 * t^{-0.472} * ld_{TR}$$

$$l_{TR} = 30.993 * (35)^{-0.472} * 1.025$$

$$l_{TR} = 5.93 \text{ mm/h}$$

Área de drenaje

Longitud de drenaje (L):

$$A = (\text{ancho de carril} + \text{espaldón} + \text{cunetas}) * L$$

$$A = (3 \text{ m} + 0.6 \text{ m} + 0.85 \text{ m}) * 400$$

$$A = 1780 \text{ m}^2$$

Por lo tanto el caudal máximo es:

$$Q_{max} = C * I * A$$

$$Q_{max} = 0.4 * 5.93 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \left(\frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg.}} * \frac{1 \text{ m.}}{1000 \text{ mm}} \right) * 1780 \text{ m}^2$$

$$Q_{max} = 0,00117 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Entonces utilizando la ecuación de continuidad y los datos obtenidos anteriormente nos da como resultado que el caudal admisible es:

$$Q_{adm} = 2.233 * J^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 2.233 * 0.12^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 0.774 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Por lo tanto tendremos:

$$Q_{adm} > Q_{max}$$

$$0.774 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,00117 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{O.K.}$$

Una vez calculado el caudal admisible se podría decir que nuestra sección de cuneta es capaz de soportar el caudal máximo a producirse en el caso extremos de las condiciones climáticas del sector en estudio.

6.7.4.2. Diseño de alcantarillas

El diseño de las alcantarillas consiste en determinar el diámetro más económico y óptimo que permita pasar el caudal de diseño. El área de aportación para la alcantarilla es igual al volumen máximo que puede transportar la cuneta.

$$A = 0.128 \text{ m}^2 * 2 = 0.255 \text{ m}^2$$

Se calculó el diámetro con la fórmula:

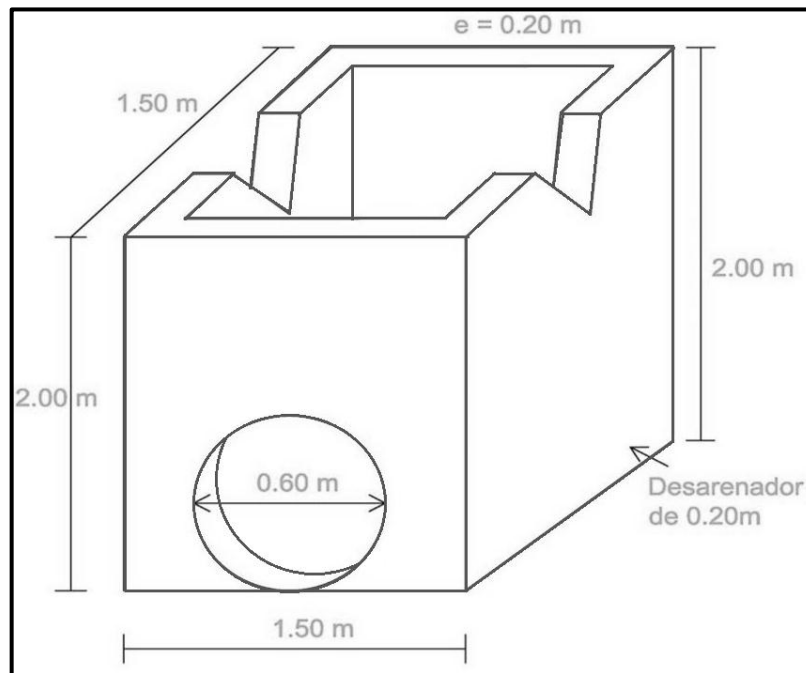
$$D = \left(\frac{A * 4}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D = \left(\frac{0.255 * 4}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D = 0.570 \text{ m}$$

Se adoptó un diámetro $D = 0.60 \text{ m}$

Gráfico N° 48.- Cabezal de entrada



Fuente: Autor

6.7.5. Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos (INEN, 2011).

6.7.5.1. Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores (INEN, 2011).

Gráfico N° 49.- Señalización horizontal



Fuente: John Morales, “Señalización Vial”

Toda señalización de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo:

- debe ser necesaria,
- debe ser visible y llamar la atención,
- debe ser legible y fácil de entender,
- debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente,

- debe infundir respeto,
- debe ser creíble.

Según su forma las señales horizontales se clasifican en:⁷⁶

a) Líneas longitudinales.- Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

b) Líneas transversales.- Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

c) Símbolos y leyendas.- Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, entre otros.

d) Otras señalizaciones, como chevrones, etc. (INEN, 2011).

Ubicación.- La señalética debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante (INEN, 2011).

Los materiales para señalización horizontal.- Corresponde a los que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos,

⁷⁶ (Ing. Mg.Vinicio Almeida, 2013 , "Cuaderno de Diseño Geometrico de Vías")

cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas de cristal, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación.

Retroreflexión.- Las señalética debe ser visible para el usuario en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como microesferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. (INEN, 2011).

Cuadro N° 49.- Niveles mínimos de retroreflexión para pinturas de pavimento

Visibilidad	Ángulo		Color	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30,00 m	1,24°	2,29°	150	75

Fuente: INEN, (2011)

Dimensiones.- Las franjas de pintura de la vía serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm con una separación de 60 cm. Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm (MTO, 2002).

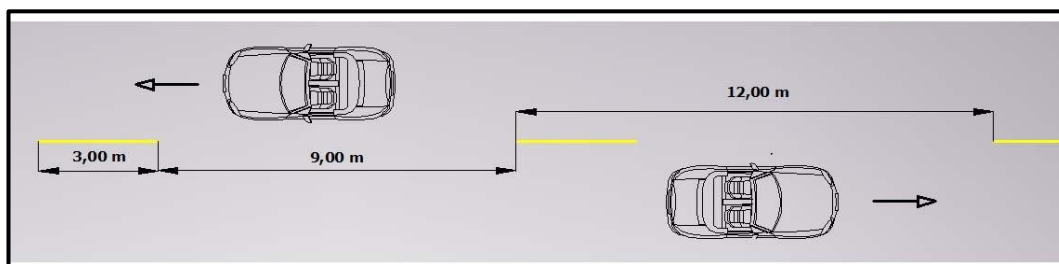
En el proyecto las líneas que predominan son las longitudinales: continuas blancas en los bordes y segmentada amarilla en el centro.

Cuadro N° 50.- Ancho de línea horizontal en función de velocidad

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

Fuente: INEN, (2011)

Gráfico N° 50.- Líneas horizontales



Fuente: INEN, (2011)

6.7.5.2. Señalización vertical

Se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes. (INEN, 2011).

Clasificación de señales y sus funciones:

a) **Señales regulatorias (Código R).**- Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una contravención de tránsito.⁷⁷

- **Forma, color y mensaje.**- Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una contravención de tránsito. (INEN, 2011)

- **Ubicación.**- En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la

⁷⁷ (Ing. Mg.Vinicio Almeida, 2013 , "Cuaderno de Diseño Geometrico de Vías")

autopista. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO:

Gráfico N° 51.- Señales reglamentarias



Fuente: INEN, (2011)

b) Señales preventivas (Código P).- Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

- **Forma, color y mensaje.**- A excepción de las señales preventivas de la Serie Complementaria, y otras especificadas en este Reglamento, todas las señales tienen forma de rombo (cuadrado con diagonal vertical), con un símbolo y/o leyenda de color negro y orla negra sobre un fondo amarillo (INEN, 2011).

- **Ubicación.**- Una señal preventiva debe colocarse generalmente al lado derecho de la calzada y disponerse de modo que transmita su mensaje en la forma más

eficiente, sin obstrucción lateral ni distancia de visibilidad restringida. Sin embargo, en circunstancias especiales, la señal o un duplicado pueden colocarse en el lado izquierdo de la calzada.

Gráfico N° 52.- Señales preventivas

Símbolo y orla negros
Fondo amarillo retroreflectivo

Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (I ó D)	600 x 600
P1-1B (I ó D)	750 x 750
P1-1C (I ó D)	900 x 900

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Código No.	Dimensiones (mm)
P6-2A	600 x 600
P6-2B	750 x 750
P6-2C	900 x 900

Fuente: INEN, (2011)

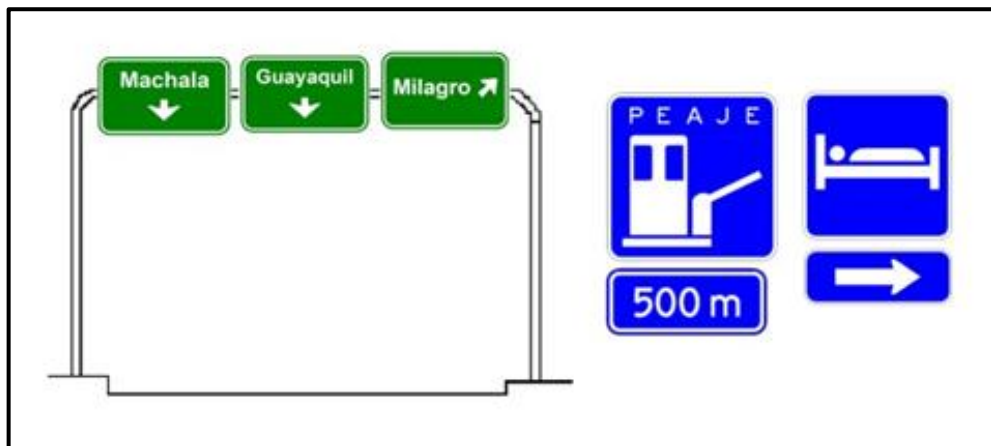
c) **Señales de información (Código P).**- Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN, 2011).

- **Forma fondo y color.**- Estas señales generalmente son de forma rectangular. En lo posible, deben diseñarse con el eje más largo en sentido horizontal.

- **Color.**- Las palabras, símbolos y bordes de las señales de información deben ser de un color que contraste con el del fondo.

- **Fondo.**- Color verde retroreflectivo, símbolo, orla y letras color blanco retroreflectivo.

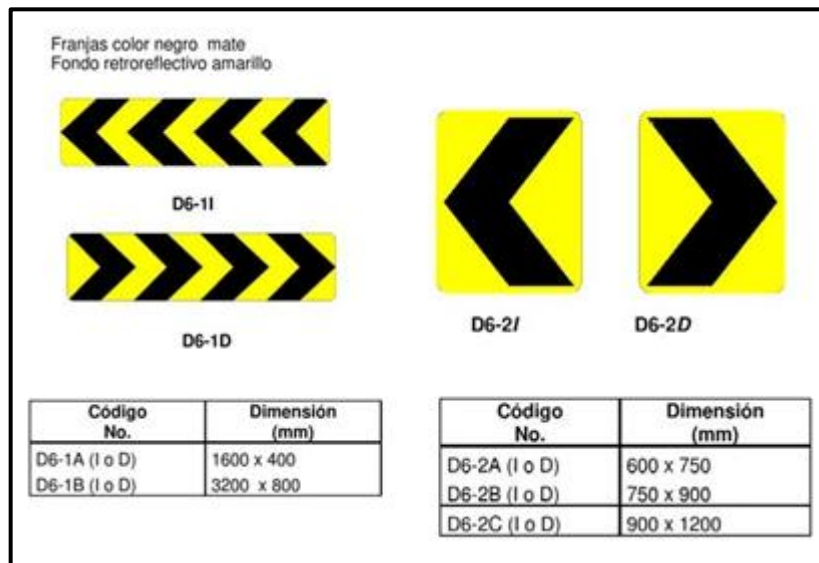
Gráfico N° 53.- Señales informativas



Fuente: INEN, (2011)

d) **Señales especiales delineadoras (Código D).**- Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma (INEN, 2011).

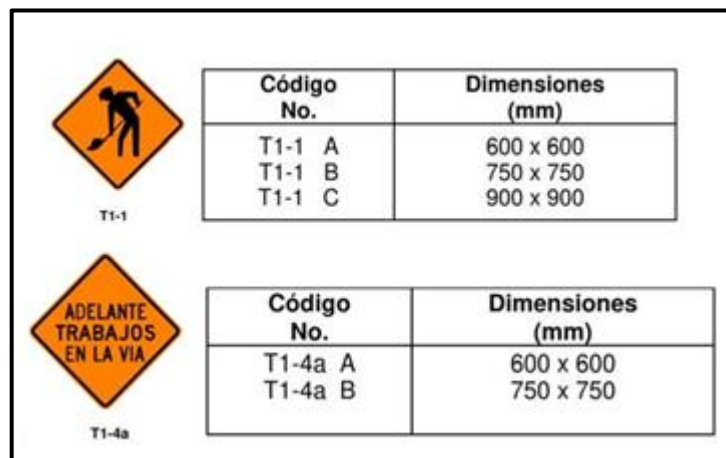
Gráfico N° 54.- Señales delineadoras especiales



Fuente: INEN, (2011)

e) **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).**-
Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales (INEN, 2011).

Gráfico N° 55.- Señales delineadoras especiales



Fuente: INEN, (2011)

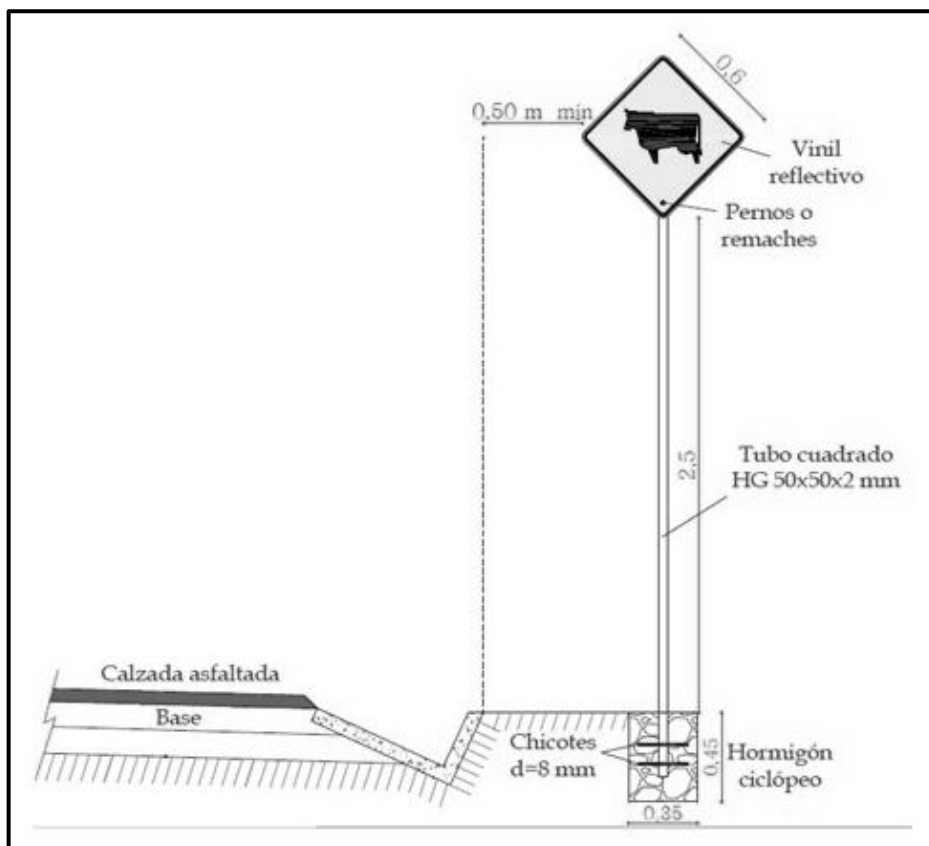
- **Colocación lateral**

En sectores rurales, la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma, espaldón o cuneta, esta distancia se considera desde el borde exterior del elemento. La separación para la colocación de la señal no debe ser menor de 2.00 m ni mayor de 5.00 m del borde del pavimento de la vía (INEN, 2011).

- **Altura**

En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1.50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. (INEN, 2011)

Gráfico N° 56.- Detalle señalización vertical



Fuente: UTA. Tesis 812. Flores G

f) Señales turísticas y de servicios

Dependiendo del tipo de señal, los colores que se utilizarán son verde (Informativas de destinos), azul (Informativas de servicios, actividades turísticas, apoyo a servicios turísticos), café (Pictogramas Naturales, Culturales); con orla y letras blancas (INEN, 2011).

Gráfico N° 57.- Señales turísticas y de servicios



Fuente: INEN, (2011)

g) Señalización en zonas escolares

Forma, color y mensaje.- Las señales de zonas escolares “Serie E1” son de forma Pentagonal y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956. Las señales de zonas escolares “Serie E2” son de forma de Rombo y tienen, orla, leyenda y/o símbolos negros sobre fondo verde limón, cumpliendo la Norma ASTM D 4956 (INEN, 2011).

Gráfico N° 58.- Señales escolares



Fuente: INEN, (2011)

6.7.6. Cálculo de volúmenes

Para poder determinar el presupuesto referencial del proyecto se requiere de los volúmenes que generará durante su etapa de construcción. Los volúmenes se han establecido de acuerdo a los diseños establecidos.

a) Desbroce, desbosque y limpieza.- Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando una faja promedio de 20 m de ancho para toda la longitud del proyecto.

Longitud total del proyecto = 5.440,00 m

Ancho de faja = 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 10,88 Ha

b) Replanteo y nivelación.- El replanteo a realizarse tiene una longitud de:

Longitud total del proyecto = 5440,00 m = 5,44 km

c) Relleno compactado con material propio.- Será tomado de los volúmenes de los planos

Volumen total de relleno en el diseño= 15427,17 m³

d) Excavación.- Tenemos dos tipos de excavación:

- **Excavación sin clasificar:** Valor tomado de los reportes del software de trabajo

Volumen total de corte en el diseño= 135203,25 m³

- **Excavación para cunetas:**

Sección transversal de la cuneta= 0,198 m²

Longitud Total de cunetas = 5440,00 m

Volumen Total Excavación = área de excavación * longitud * lados

Volumen Total Excavación = 0,198m² * 5440m * 2

Volumen Total Excavación = 2154,24 m³

● **Excavación y relleno para obras menores**

Volumen para cajas de paso de agua = $2 * 1,5 * 1,5 = 4,5 \text{ m}^3$

e) Limpieza de derrumbes.- Se ha estimado un 10% del volumen total de excavación sin clasificar:

Limpieza de derrumbes = excavación sin clasificar * % estimado
= $135203,25 \text{ m}^3 * 0,10$
= $13520,33 \text{ m}^3$

f) Tubería de PVC corrugado $\varnothing = 0,60 \text{ m}$, $e = 2,0 \text{ mm}$, MP-100

Número de pasos de agua = 5

Longitud de tubería por alcantarilla = 12,00 m

Longitud total = 60,00 m

g) Hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

● **Para cunetas**

Área de sección transversal de cuneta (solo H.S.) = 0,198 m²

Longitud total de la vía = 5440 m

Lados de la vía = 2

Volumen para cunetas = 2154.24 m³

● **Para pasos de agua**

$(1,5 * 2 * 0,20 * 4) + (1,5 * 1,5 * 0,20) - [(\pi * 0,60^2) / 4] * 0,20 = 2,79 \text{ m}^3$

Número de cajas de paso de agua = 5

Lados a la calzada = 2

Volumen de hormigón para cajas de paso de agua = 27,93 m³

h) Estructura de pavimento

Los volúmenes obtenidos para el cálculo de los rubros fueron obtenidos mediante el software especializado para el diseño de este proyecto, además que al referirse a la provisión contempla el transporte.

● Colocación y provisión de sub base granular clase 3

En este valor se toma en cuenta a más de la sub base utilizada en la vía sino que también debajo de las cunetas como suelo de mejoramiento, se tomaran medidas para su empleo sea lo más exacto posible dado que el lugar de proyecto se encuentra en un lugar de complicado acceso.

Volumen de subbase= $9043,58 \text{ m}^3 \times \text{factor de esponjamiento} \times \text{factor de sobreancho}$

Volumen total de sub base = $[9043,58 \times 1,10] \times 1,20$

Volumen total = $11937,53 \text{ m}^3$

● Colocación y provisión de base granular clase 4

De igual manera se tendrán la misma seguridad de la cantidad del material como en la sub base.

Volumen de base= $4878,00 \text{ m}^3 \times \text{factor de esponjamiento} \times \text{factor de sobreancho}$

Volumen total de base = $[4878 \times 1,10] \times 1,20$

Volumen total = $6438,96 \text{ m}^3$

● Colocación y provisión de Carpeta asfáltica, e=5cm

Dado que la carpeta asfáltica se analizara por m² solo se considera el factor de sobre ancho.

Área de la carpeta asfáltica= $32640 \text{ m}^2 \times 1,10 = 35904 \text{ m}^2$

i) Desalojo.- Dentro de este rubro se considera a todo material proveniente de las excavaciones autorizadas y que no sea requerido para relleno, la disposición de

este material de desalojo que no se considere aprovechable se efectuará en sitios denominados como escombreras dispuestos por el Fiscalizador, los cuales serán en su mayor parte irregularidades excesivas que existen en la topografía del lugar.

j) Señalización horizontal

Para esto se toma en cuenta las 3 líneas que delimitaran la vía por toda su longitud

$$\begin{aligned} \text{Marcas del pavimento} &= \text{long. de la vía} * \text{número de líneas} \\ &= 5440 \text{ m} * 3 \\ &= 16320 \text{ m} \end{aligned}$$

k) Señalización vertical

Para este rubro se tomara todas las señales necesarias para la movilidad de la via tales como son las siguientes:

Tipo de señal	Número
Reglamentarias	10 U
Preventivas	20 U
Informativas	10 U

6.7.7. Presupuesto referencial

Una parte vital en cualquier proyecto es el análisis de precios unitarios, ya que en el reside los diferentes gastos que se llevaran a cabo a la construcción de la vía en este se considera todos los componentes de los rubros del proyecto y por medio de este análisis se determina el presupuesto referencial que será en definitiva el valor de la obra que recibirá el contratista, teniendo en cuenta que este análisis se lo ha realizado sin considerar IVA.



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Descripción de Rubros, Unidades, Cantidades y Precios



REALIZADO POR: Egdo. Jorge Sánchez
REVISADO POR: Ing. M. Sc. Galo Núñez

RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	Ha.	10.88	813.41	8,849.90
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	km	5.44	391.69	2,130.79
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m ³	15,427.17	22.98	354,516.37
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	m ³	133,049.01	2.18	290,046.84
EXCAVACIÓN PARA CUNETAS	m ³	2,154.24	5.89	12,688.47
EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OBRAS MENORES	m ³	4.50	1.85	8.33
LIMPIEZA DE DERRUMBES	m ³	13,520.33	1.26	17,035.62
TUBERÍA DE PVC CORRUGADO Ø = 0,60 M, E = 2,0 MM, MP-100	m ^l	60.00	51.31	3,078.60
HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm ² , INCLUIDO ENCOFRADO	m ³	2,182.17	169.54	369,965.10
COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE SUB BASE GRANULAR CLASE 3	m ³	11,937.53	14.95	178,466.07
COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE BASE GRANULAR CLASE 4	m ³	6,438.96	15.74	101,349.23
COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, e=5cm	m ²	35,904.00	11.47	411,818.88
TRANSPORTE DESALOJO DE MATERIAL	m ³	117,621.84	1.03	121,150.50
MARCAS EN PAVIMENTO	km	16.32	448.30	7,316.26
SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75) m	u	10.00	155.51	1,555.10
SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75) m	u	20.00	155.51	3,110.20
SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20) m	u	10.00	257.41	2,574.10
TOTAL=				1,885,660.35

SON: UN MILLÓN OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS SESENTA, 35/100 DÓLARES

En los anexos constan los análisis de precios.

Fuente: Autor

6.7.8. Cronograma valorado

N°	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO									
						MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8		
1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	Ha.	10.88	813.41	8849.90	0.156%	0.156%	0.156%							
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	km	5.44	391.69	2130.79	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%	0.016%			
3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	15427.17	22.98	354516.37				6.267%	6.267%	6.267%				
4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	m3	133049.01	2.18	290046.84	3.845%	3.845%	3.845%	3.845%						
5	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS	m3	2154.24	5.89	12688.47		0.168%	0.168%	0.168%	0.168%					
6	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OBRAS MENORES	m3	4.5	1.85	8.33					0.0002%	0.0002%				
7	LIMPIEZA DE DERRUMBES	m3	13520.33	1.26	17035.62					0.301%	0.301%	0.301%			
8	TUBERÍA DE PVC CORRUGADO Ø = 0,60 M, E = 2,0 MM, MP-100	ml	60	51.31	3078.60		0.082%	0.082%							
9	HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2	m3	2182.17	169.54	369965.10				4.905%	4.905%	4.905%	4.905%			
10	COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE SUB BASE GRANULAR CLASE 3	m3	11937.53	14.95	178466.07			3.155%	3.155%	3.155%					
11	COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE BASE GRANULAR CLASE 4	m3	6438.96	15.74	101349.23				1.792%	1.792%	1.792%				
12	COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, e=5cm	m2	35904	11.47	411818.88						7.280%	7.280%	7.280%		
13	DESALOJO DE MATERIAL	m3	117621.84	1.03	121150.50		1.606%	1.606%	1.606%	1.606%					
14	MARCAS EN PAVIMENTO	km	16.32	448.30	7316.26							0.194%	0.194%		
15	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75) m	u	10	155.51	1555.10								0.082%	0.082%	
16	SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75) m	u	20	155.51	3110.20									0.165%	
17	SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20) m	u	10	257.41	2574.10									0.137%	
TOTAL =					1,885,660.35										
AVANCE PARCIAL EN %						4.018%	5.874%	9.029%	21.754%	18.210%	20.561%	12.696%	7.858%		
INVERSIÓN MENSUAL						75,766.08	110,765.12	170,253.81	410,211.02	343,382.01	387,706.53	239,405.30	148,170.49		
AVANCE ACUMULADO EN %						4.018%	9.892%	18.921%	40.675%	58.885%	79.446%	92.142%	100.00%		
INVERSIÓN ACUMULADA AL 100% (línea azul=ep 1 pto)						75,766.08	186,531.20	356,785.00	766,996.02	1,110,378.03	1,498,084.56	1,737,489.87	1,885,660.35		
AVANCE ACUMULADO EN %						3.214%	7.914%	15.137%	32.540%	47.108%	63.557%	73.714%	80.00%		
INVERSIÓN ACUMULADA AL 80% (línea roja=ep 0,5 pto)						60,612.86	149,224.96	285,428.00	613,596.82	888,302.42	1,198,467.65	1,389,991.89	1,508,528.28		

6.8. ADMINISTRACIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Cusubamba será el ejecutor de esta obra, el mismo que puede realizar un convenio con el Gobierno Provincial de Cotopaxi con el fin de reunir un presupuesto más amplio para la ejecución de este proyecto.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se dispondrá de un plan de control que disponga de una constante revisión y verificación para llevar una ejecución de las obras y trabajos de la construcción de la vía. Al llevar a cabo la construcción del proyecto se deberá cumplir con todas las especificaciones, normas y recomendaciones del diseñador.

El proceso constructivo deberá llevarse a cabo según el cronograma valorado de trabajo, en el cual se establece el desarrollo temporal de los procesos constructivos de la siguiente forma:

Los rubros a realizarse en los primeros días son el replanteo y nivelación del proyecto los cuales deberán ser verificados con el personal adecuado, es decir trazar la alineación del proyecto y a su vez se realizará el desbroce, desbosque y limpieza del terreno.

Durante los siguientes meses la actividad establecida por el cronograma es el movimiento de tierras de acuerdo a los planos, la excavación para las estructuras menores como cunetas y pasos de agua, al igual que el relleno con el material propio; y de acuerdo al avance de la obra se procederá con la instalación de tuberías y construcción del sistema de drenaje.

En el sexto, séptimo y octavo mes se cumplirán las actividades de la preparación de la estructura del pavimento el cual contempla la provisión, tendido y compactación de sub base y base granular y una vez compactados correctamente los agregados se realizará el riego de imprimación el cual debe ser colocado 24 horas antes del tendido de la carpeta asfáltica. Finalmente se realizará la colocación de la señalización horizontal como vertical de la vía, la cual mejorará su funcionalidad y evitará accidentes de tránsito.

6.9.1. Seguridad, señalización y gestión ambiental

Durante el proceso de los diferentes pasos de la construcción de la vía se deberá tener en cuenta ciertos parámetros como, el contratista deberá proveer todas las medidas y precauciones necesarias para la circulación de equipos, maquinaria y vehículos en la zona del proyecto, para lo cual se dispondrá de una señalización adecuada ya sea diurna y nocturna.

Se evitara en lo posible que exista demasiados materiales volátiles como son el suelo seco de la rasante por lo cual es obligación del contratista proveer de humedecimiento constante de la calzada de la vía, o según sea el orden de la fiscalizadora ambiental o su vez del fiscalizador.

El contratista tiene la obligación de presentar un plan de control ambiental para mitigar los efectos en la fauna y flora del sector.

El personal debe ser dotado con elementos de seguridad acorde con la actividad encomendada como guantes, impermeables, cascos, orejeras, y otros.

BIBLIOGRAFÍA

- MTOP 2002, “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”, Edición 2002
- MTOP 2003, Normas de Diseño Geométrico
- ALMEIDA L, Vinicio F (2014). “Diseño geométrico de vías”.
- CÁRDENAS GRISALES, James. “Diseño Geométrico de Carreteras”, Segunda edición. Bogotá D.C.
- Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM)
- INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- MANTILLA, Francisco (2011). “Apuntes de Mecánica de Suelos I y II”, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Universidad Técnica de Ambato.
- MOYA, Dilon (2013). “Apuntes de Diseño Geométrico de vías”, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Universidad Técnica de Ambato.
- Alulema, Israel (2011). “Apuntes de Topografía I y II”, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Universidad Técnica de Ambato.
- TIBÁN J., P.A. (2015). “Las Condiciones de la Vía Tingopamba – San Francisco - Gallo Crista - Potreropamba y su Incidencia en el Desarrollo Socio-Económico de la Parroquia Chiquicha del Cantón San Pedro de Pelileo Perteneciente a la Provincia de Tungurahua.”. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniería Civil.
- AGUDELO O, J.J. (2002), "Diseño Geométrico de Vías".
- CHOCONTÁ R.PEDRO, (2002). "Diseño Geométrico de Vías".
- Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología. (2004), "Diseño de Pavimentos".
- CRESPO V. C., (2004), "Mecánica de suelos y Cimentaciones"
- Campo V., Estefanía (2014), “La infraestructura vial de las comunidades Chico Copataza y Villaflora, parroquia Simón Bolívar, cantón Pastaza, provincia Pastaza y su repercusión en la calidad de vida de los pobladores”. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniería Civil.
- NORMAS INEN 2011

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Encuesta

Anexo 2. Fotografías

Anexo 3. Conteo del tráfico vehicular

Anexo 4. Estudios de Suelo

Anexo 5. Volúmenes de corte y relleno

Anexo 6. Precios Unitarios

**Anexo 7. Mapa de Zonificación Meteorológicas del
Ecuador**

Anexo 8. Normas MTOP

Anexo 9. Planos

1) Modelo de encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: Las Condiciones de la Vía Cusubamba – Quisapincha, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su Incidencia en el Desarrollo Socio - Económico del Sector (Tramo II).

OBJETIVO: Obtener información sobre la necesidad vial de los pobladores.

Instrucciones: Lea detenidamente, marque con una X en el recuadro correspondiente y hacer un breve desarrollo cuando se le solicite aclarar alguna respuesta específica.

Pregunta 1.

¿Piensa usted que en los últimos años ha notado un incremento en la población del sector?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pregunta 2.

¿El mejoramiento de la vía Cusubamba – Quisapincha ayudara a mejorar la calidad de vida de los habitantes?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pregunta 3.

¿Cree usted que se ha realizado un tipo de estudio para la habilitación de la vía en el sector?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pregunta 4.

¿Estaría de acuerdo usted de dar paso a una vía que pase por su predio?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pregunta 5.

¿Piensa usted de llegarse a unir la vía Cusubamba completamente se podría mejorar el aspecto económico y social del sector?

SI	NO

Pregunta 6.

¿Cuál de los siguientes aspectos considera que ha sido el problema por el cual no hay un buen desarrollo en la zona?

Falta de vías adecuadas para la comunicación	
Falta de apoyo de las autoridades locales	
Escasos recursos del GAD parroquial	
Inexistencia de personal técnico	

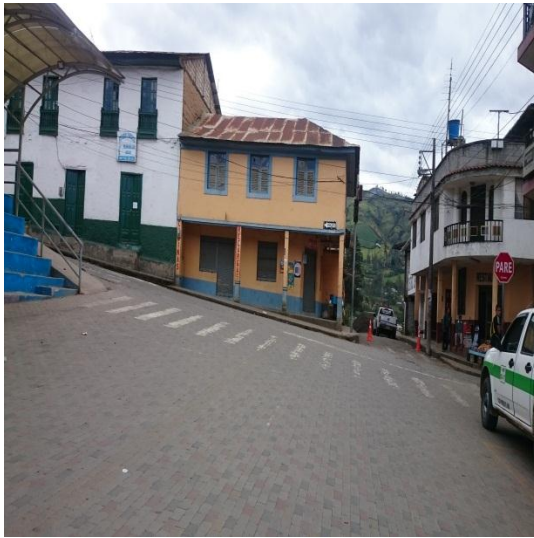
Pregunta 7.

¿Cuál cree usted que es el día con más tránsito en la semana?

LUNES	
MARTES	
MIERCOLES	
JUEVES	
VIERNES	
SÁBADO	
DOMINGO	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

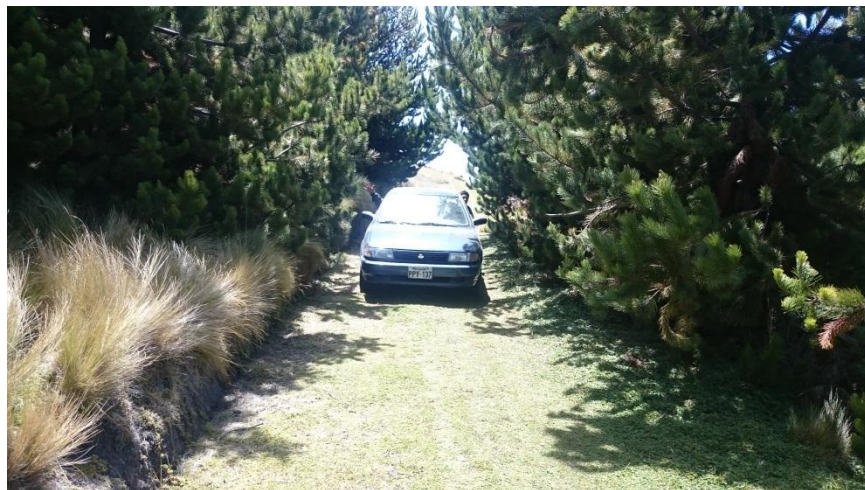
2) FOTOGRAFÍAS



Parroquia Cusubamba



Ancho aprox. de vía 5 m



Varios tramos son de difícil acceso y con gran vegetación



Calicata de 1,50 m de prof.



Toma de muestras con los moradores



Topografía del lugar



Delimitación del suelo entre comunidades



Lugar de destino límite provincial entre Tungurahua y Cotopaxi

3) Conteo de tráfico vehicular



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 22/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15	1	1			2	7
6:15	6:30	1				1	
6:30	6:45	2				2	
6:45	7:00			2		2	
7:00	7:15	1				1	6
7:15	7:30	1				11	6
7:30	7:45			1		1	5
7:45	8:00			1		1	4
8:00	8:15	2	1			3	6
8:15	8:30	1				1	6
8:30	8:45			2		2	7
8:45	9:00	2				2	8
9:00	9:15	1				1	6
9:15	9:30	2				2	7
9:30	9:45	1				1	6
9:45	10:00					0	4
10:00	10:15	2				2	5
10:15	10:30	1				1	4
10:30	10:45	1				1	4
10:45	11:00			1		1	5

11:00	11:15			1		1	4
11:15	11:30	1				1	4
11:30	11:45	1				1	4
11:45	12:00					0	3
12:00	12:15	1				1	3
12:15	12:30	1		1		2	4
12:30	12:45	1				1	4
12:45	13:00	1				1	5
13:00	13:15		1			1	5
13:15	13:30	1				1	4
13:30	13:45			1		1	4
13:45	14:00					0	3
14:00	14:15	3	1			4	6
14:15	14:30	4				4	9
14:30	14:45	4				4	12
14:45	15:00	2		1		3	15
15:00	15:15					0	11
15:15	15:30	1				1	8
15:30	15:45			1		1	5
15:45	16:00	1				1	3
16:00	16:15					0	3
16:15	16:30					0	2
16:30	16:45	2				2	3
16:45	17:00			1		1	3
17:00	17:15		1	1		2	5
17:15	17:30	1		1		2	7
17:30	17:45					0	5
17:45	18:00	1				1	5
TOTAL		45	5	15	0	65	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 23/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15	1	1			2	5
6:15	6:30	1				1	
6:30	6:45					0	
6:45	7:00			2		2	
7:00	7:15					0	3
7:15	7:30	3				3	5
7:30	7:45			1		1	6
7:45	8:00	3				3	7
8:00	8:15	1	1	1		3	10
8:15	8:30					0	7
8:30	8:45	1				1	7
8:45	9:00	1				1	5
9:00	9:15	1				1	3
9:15	9:30			1		1	4
9:30	9:45			1		1	4
9:45	10:00	2				2	5
10:00	10:15					0	4
10:15	10:30					0	3
10:30	10:45	2				2	4
10:45	11:00					0	2
11:00	11:15					0	2

11:15	11:30	1				1	3
11:30	11:45	1				1	2
11:45	12:00					0	2
12:00	12:15					0	2
12:15	12:30	1				1	2
12:30	12:45					0	1
12:45	13:00	1				1	2
13:00	13:15	3	1			4	6
13:15	13:30	3		2		5	10
13:30	13:45			3		3	13
13:45	14:00					0	12
14:00	14:15	1	1			2	10
14:15	14:30			1		1	6
14:30	14:45	1				1	4
14:45	15:00					0	4
15:00	15:15					0	2
15:15	15:30	1				1	2
15:30	15:45					0	1
15:45	16:00	1				1	2
16:00	16:15					0	2
16:15	16:30					0	1
16:30	16:45	2				2	3
16:45	17:00			1		1	3
17:00	17:15		1			1	4
17:15	17:30	1				1	5
17:30	17:45					0	3
17:45	18:00	1				1	3
TOTAL		34	5	13	0	52	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 24/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15	1	1			2	6
6:15	6:30	2		1		3	
6:30	6:45	1				1	
6:45	7:00					0	
7:00	7:15					0	4
7:15	7:30	2				2	3
7:30	7:45	1		1		2	4
7:45	8:00					0	4
8:00	8:15	1	1	1		3	7
8:15	8:30			2		2	7
8:30	8:45	1				1	6
8:45	9:00	1				1	7
9:00	9:15	1				1	5
9:15	9:30	1				1	4
9:30	9:45					0	3
9:45	10:00	1				1	3
10:00	10:15					0	2
10:15	10:30					0	1
10:30	10:45	1				1	2
10:45	11:00					0	1
11:00	11:15					0	1

11:15	11:30	1				1	2
11:30	11:45	1				1	2
11:45	12:00					0	2
12:00	12:15					0	2
12:15	12:30	2		1		3	4
12:30	12:45	2		1		3	6
12:45	13:00					0	6
13:00	13:15		1			1	7
13:15	13:30	2		2		4	8
13:30	13:45					0	5
13:45	14:00					0	5
14:00	14:15		1			1	5
14:15	14:30	1				1	2
14:30	14:45	1				1	3
14:45	15:00					0	3
15:00	15:15					0	2
15:15	15:30					0	1
15:30	15:45	1				1	1
15:45	16:00					0	1
16:00	16:15	1		1		2	3
16:15	16:30	1				1	4
16:30	16:45					0	3
16:45	17:00					0	3
17:00	17:15	1	1			2	3
17:15	17:30			2		2	4
17:30	17:45	2				2	6
17:45	18:00	1				1	7
TOTAL		31	5	12	0	48	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 25/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15		1	1		2	5
6:15	6:30	1				1	
6:30	6:45	1				1	
6:45	7:00			1		1	
7:00	7:15	1		1		2	5
7:15	7:30	1				1	5
7:30	7:45	1				1	5
7:45	8:00	2				2	6
8:00	8:15		1	1		2	6
8:15	8:30	2				2	7
8:30	8:45	1				1	7
8:45	9:00	2		1		3	8
9:00	9:15					0	6
9:15	9:30	2				2	6
9:30	9:45					0	5
9:45	10:00					0	2
10:00	10:15					0	2
10:15	10:30					0	0
10:30	10:45	1				1	1
10:45	11:00					0	1
11:00	11:15					0	1

11:15	11:30					0	1
11:30	11:45	1				1	1
11:45	12:00					0	1
12:00	12:15	1				1	2
12:15	12:30	1		1		2	4
12:30	12:45			1		1	4
12:45	13:00	1				1	5
13:00	13:15		1			1	5
13:15	13:30	2		2		4	7
13:30	13:45	1				1	7
13:45	14:00					0	6
14:00	14:15		1			1	6
14:15	14:30					0	2
14:30	14:45	2				2	3
14:45	15:00					0	3
15:00	15:15					0	2
15:15	15:30					0	2
15:30	15:45	1				1	1
15:45	16:00					0	1
16:00	16:15			1		1	2
16:15	16:30	2				2	4
16:30	16:45					0	3
16:45	17:00			1		1	4
17:00	17:15	1	1	1		3	6
17:15	17:30			1		1	5
17:30	17:45					0	5
17:45	18:00	1				1	5
TOTAL		29	5	13	0	47	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 26/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15	2	1			3	7
6:15	6:30	1				1	
6:30	6:45	1		1		2	
6:45	7:00			1		1	
7:00	7:15					0	4
7:15	7:30	3				3	6
7:30	7:45	1				1	5
7:45	8:00	2				2	6
8:00	8:15		1	1		2	8
8:15	8:30	2				2	7
8:30	8:45					0	6
8:45	9:00	1		1		2	6
9:00	9:15					0	4
9:15	9:30					0	2
9:30	9:45					0	2
9:45	10:00					0	0
10:00	10:15					0	0
10:15	10:30	2				2	2
10:30	10:45	1				1	3
10:45	11:00	1				1	4
11:00	11:15	1		2		3	7

11:15	11:30	2		1		3	8
11:30	11:45					0	7
11:45	12:00					0	6
12:00	12:15					0	3
12:15	12:30	1				1	1
12:30	12:45	1		2		3	4
12:45	13:00	1				1	5
13:00	13:15	1	1			2	7
13:15	13:30					0	6
13:30	13:45			1		1	4
13:45	14:00			1		1	4
14:00	14:15		1			1	3
14:15	14:30	1				1	4
14:30	14:45	1				1	4
14:45	15:00	1		1		2	5
15:00	15:15					0	4
15:15	15:30	1				1	4
15:30	15:45	2		1		3	6
15:45	16:00					0	4
16:00	16:15					0	4
16:15	16:30	1				1	4
16:30	16:45	2		1		3	4
16:45	17:00					0	4
17:00	17:15		1			1	5
17:15	17:30	1				1	5
17:30	17:45	2				2	4
17:45	18:00					0	4
TOTAL		36	5	14	0	55	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 27/06/2015

REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15		1			1	6
6:15	6:30			1		1	
6:30	6:45	1		2		3	
6:45	7:00	1				1	
7:00	7:15			1		1	6
7:15	7:30	3				3	8
7:30	7:45	1				1	6
7:45	8:00	2				2	7
8:00	8:15		1	1		2	8
8:15	8:30			1		1	6
8:30	8:45	2				2	7
8:45	9:00	2				2	7
9:00	9:15	2		1		3	8
9:15	9:30	4				4	11
9:30	9:45	1				1	10
9:45	10:00	2				2	10
10:00	10:15	2				2	9
10:15	10:30	3				3	8
10:30	10:45	1		2		3	10
10:45	11:00	1				1	9
11:00	11:15					0	7

11:15	11:30	1				1	5
11:30	11:45	1				1	3
11:45	12:00					0	2
12:00	12:15	1				1	3
12:15	12:30	2				2	4
12:30	12:45	1				1	4
12:45	13:00	2				2	6
13:00	13:15		1	1		2	7
13:15	13:30	1				1	6
13:30	13:45			1		1	6
13:45	14:00					0	4
14:00	14:15		1			1	3
14:15	14:30	1		1		2	4
14:30	14:45					0	3
14:45	15:00	2		1		3	6
15:00	15:15					0	5
15:15	15:30	1		1		2	5
15:30	15:45					0	5
15:45	16:00	1				1	3
16:00	16:15					0	3
16:15	16:30			1		1	2
16:30	16:45	1				1	3
16:45	17:00					0	2
17:00	17:15		1			1	3
17:15	17:30					0	2
17:30	17:45	1				1	2
17:45	18:00					0	2
TOTAL		44	5	15	0	64	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: VÍA CUSUBAMBA - QUISAPINCHA

PERIODO: 22/06/2015 - 28/06/2015

UBICACIÓN: COTOPAXI - SALCEDO – CUSUBAMBA

FECHA: 28/06/2015



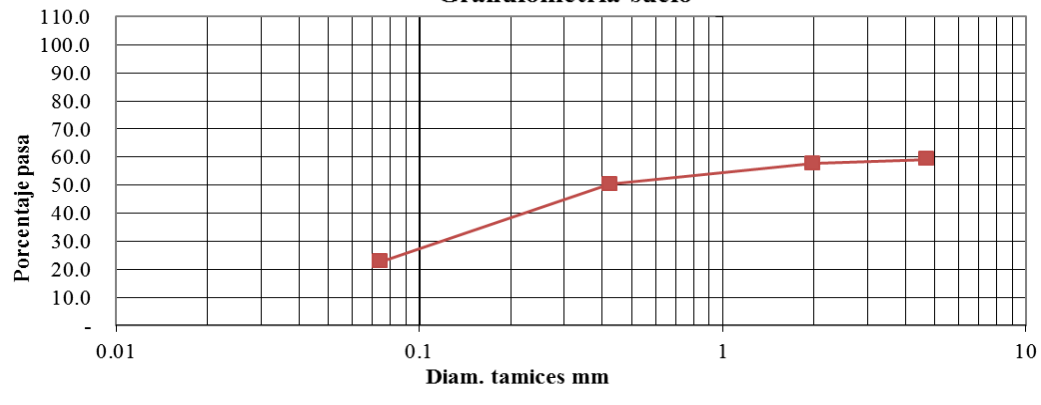
REALIZADO POR: SÁNCHEZ HURTADO JORGE LUIS

LUGAR: PARROQUIA CUSUBAMBA

HORA		LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		TOTAL VEHÍCULOS	ACUMULADO
DE	A			2 EJES	3 EJES		
6:00	6:15					0	
6:15	6:30	1				1	1
6:30	6:45					0	
6:45	7:00					0	
7:00	7:15					0	1
7:15	7:30					0	0
7:30	7:45			1		1	1
7:45	8:00	2				2	3
8:00	8:15					0	3
8:15	8:30					0	3
8:30	8:45	2				2	4
8:45	9:00					0	2
9:00	9:15					0	2
9:15	9:30	1				1	3
9:30	9:45			1		1	2
9:45	10:00					0	2
10:00	10:15					0	2
10:15	10:30	1				1	2
10:30	10:45	1				1	2
10:45	11:00					0	2
11:00	11:15					0	2

11:15	11:30	1				1	2
11:30	11:45					0	1
11:45	12:00			1		1	2
12:00	12:15	2				2	4
12:15	12:30	2				2	5
12:30	12:45			1		1	6
12:45	13:00	2				2	7
13:00	13:15			1		1	6
13:15	13:30	1		2		3	7
13:30	13:45	2		1		3	9
13:45	14:00	2		1		3	10
14:00	14:15					0	9
14:15	14:30	1				1	7
14:30	14:45	1		2		3	7
14:45	15:00	1		2		3	7
15:00	15:15					0	7
15:15	15:30			1		1	7
15:30	15:45	1		1		2	6
15:45	16:00					0	3
16:00	16:15					0	3
16:15	16:30					0	2
16:30	16:45	1				1	1
16:45	17:00					0	1
17:00	17:15			1		1	2
17:15	17:30					0	2
17:30	17:45	1				1	2
17:45	18:00					0	2
TOTAL		26	0	16	0	42	

4) Estudio de suelos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE SUELOS					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo		ABSCISA:	Km 8+000		
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez		FECHA:	20/09/2015		
1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO					
TAMÍZ	TAMÍZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA	
3"	76.3	0	0	100	
1 1/2"	38.1	0	0	100	
1"	25.4	0	0	100	
3/4"	19.1	0	0	100	
1/2"	12.7	0	0	100	
3/8"	9.52	0	0	100	
N 4"	4.76	188.18	40.81	59.19	
PASA N 4		0	0		
N 10	2.00	195.20	42.34	57.66	
N 30	0.59				
N 40	0.425	228.82	49.63	50.37	
N 50	0.30				
N 100	0.149				
N 200	0.074	357.29	77.49	22.51	
PASA EL N 200	76.3	103.79	22.51		
TOTAL		461.08			
PESO ANTES DEL LAVADO	461.08	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	357.29	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO			
TOTAL - DIFERENCIA	103.79	TOTAL			
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA					
Granulometría suelo					
					
CONTENIDO DE HUMEDAD: 8.4%					
Clasificación SUCS		SM (Arena limosa).			
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
167.66	158.28	47.16	9.38	111.12	8.4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA:

Km 9+000

RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

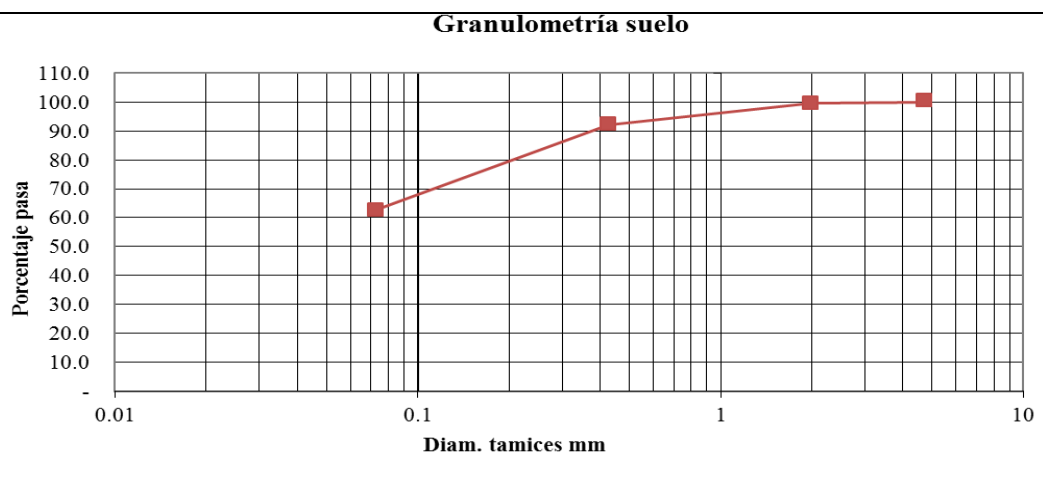
FECHA:

20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMÍZ	TAMÍZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	1.35	0.35	99.65
N 30	0.59			
N 40	0.425	30.56	7.96	92.04
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	142.47	37.13	62.87
PASA EL N 200		241.28	62.87	
TOTAL		383.75		
PESO ANTES DEL LAVADO	383.75	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	142.47	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	241.28	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD: 30.3%

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
165.76	138.17	47.09	27.59	91.08	30.3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA:

Km 10+000

RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez

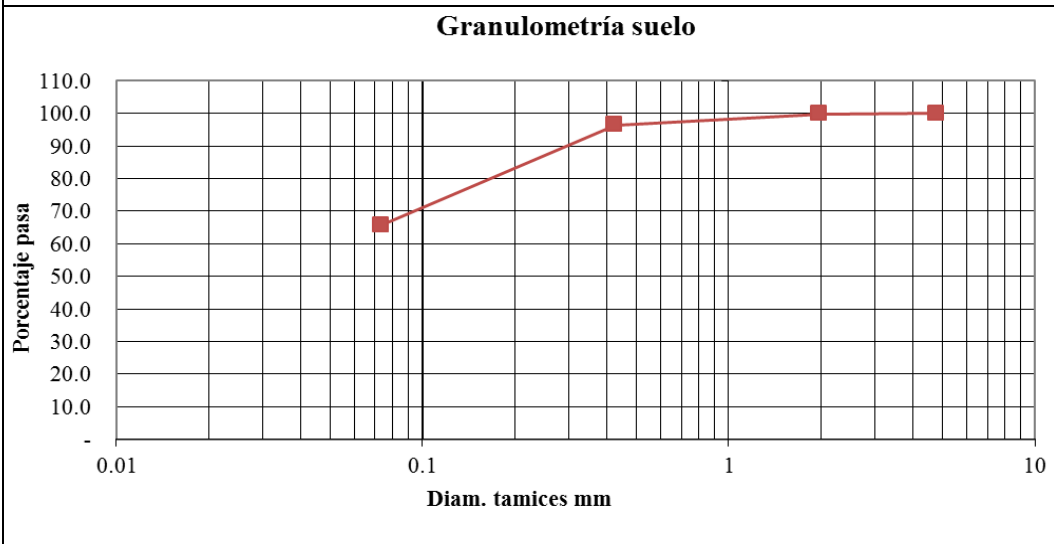
FECHA:

20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMÍZ	TAMÍZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.25	0.07	99.93
N 30	0.59			
N 40	0.425	13.04	3.74	96.26
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	119.46	34.27	65.73
PASA EL N 200		229.08	65.73	
TOTAL		348.54		
PESO ANTES DEL LAVADO	348.54	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	119.46	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	229.08	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD: 43.5%

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
195.44	150.52	47.15	44.92	103.37	43.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA:

Km 11+000

RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez

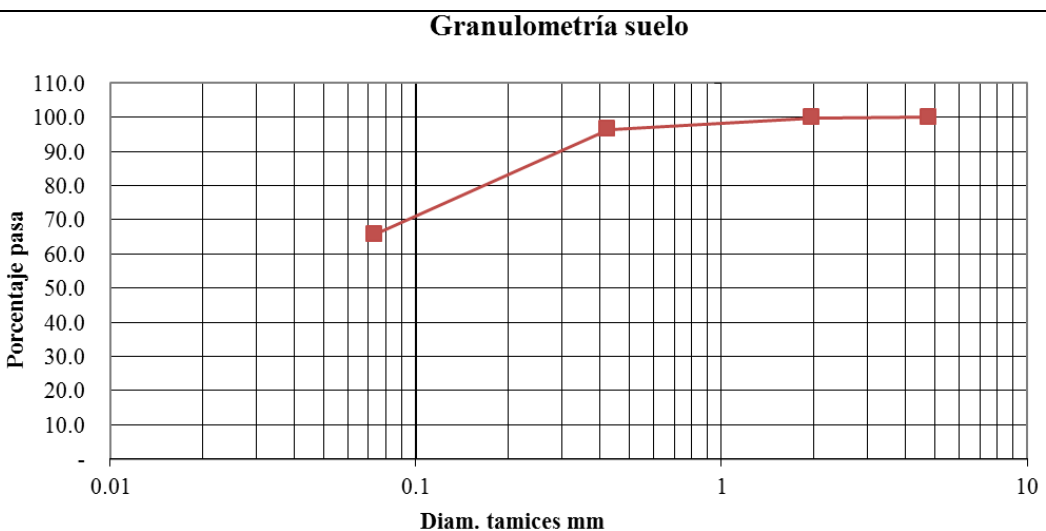
FECHA:

20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMÍZ	TAMÍZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	40.65	12.56	84.44
N 30	0.59			
N 40	0.425	57.25	17.69	82.31
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	117.13	36.20	63.80
PASA EL N 200		206.46	63.80	
TOTAL		323.59		
PESO ANTES DEL LAVADO	323.59	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	117.13	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	206.46	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD: 54.5%

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
110.88	81.43	27.41	29.45	54.02	54.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS

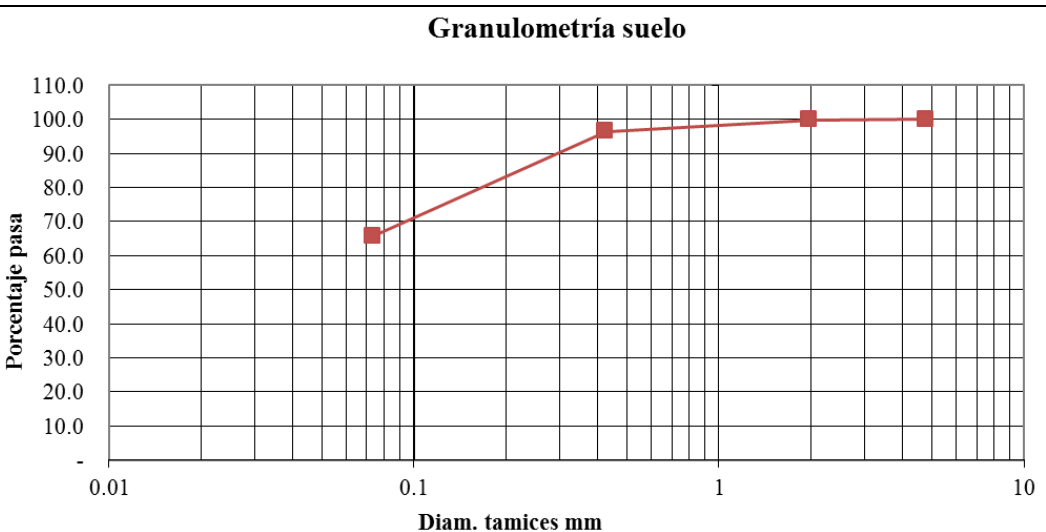


PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo **ABSCISA:** Km 12+440
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez **FECHA:** 20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMÍZ	TAMÍZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	0.61	0.22	99.78
N 30	0.59			
N 40	0.425	21.81	7.71	92.29
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	84.27	29.79	70.21
PASA EL N 200		198.59	70.21	
TOTAL		282.86		
PESO ANTES DEL LAVADO	282.86	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	84.27	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	198.59	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



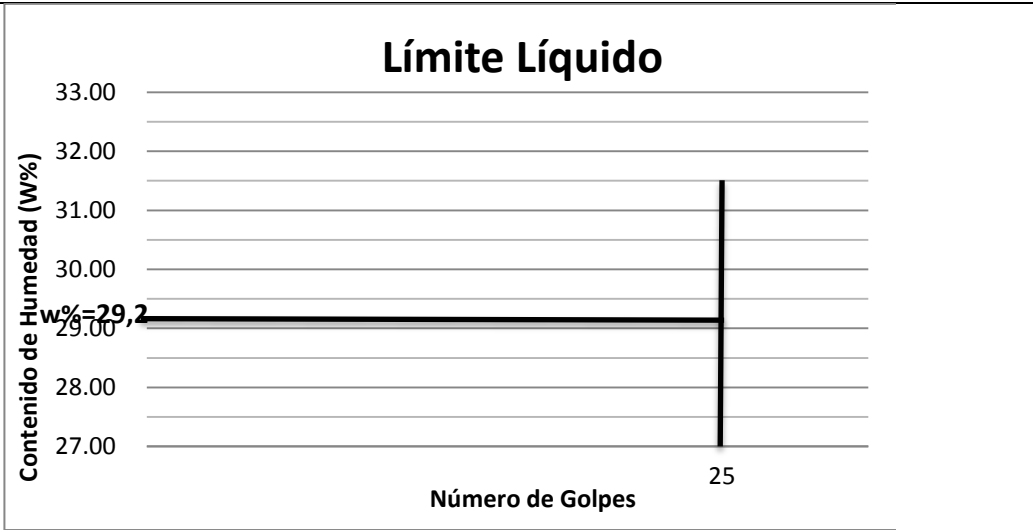


CONTENIDO DE HUMEDAD: 76.8%

Clasificación SUCS MH (Limo de alta plasticidad).

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
161.97	111.94	46.77	50.03	65.17	76.8

LÍMITES ATTERBERG O LÍMITES DE CONSISTENCIA

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha		
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo		ABSCISA: Km 8+000
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez		FECHA: 20/09/2015
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO		
Recipiente Número		
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec		
Peso seco + recipiente Ws + rec		
Peso recipiente rec		
peso del agua Ww		
Peso de los sólidos WS		
Contenido de humedad w%		
Contenido de humedad prom. w%		
GRÁFICO DE LIMITE LÍQUIDO		
 <p style="text-align: center;">Límite Líquido</p> <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad (W%)</p> <p style="text-align: center;">Número de Golpes</p> <p style="text-align: center;">w% = 29,2</p> <p style="text-align: center;">25</p>		
2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente Número		
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec		
Peso seco + recipiente Ws + rec		
Peso recipiente rec		
peso del agua Ww		
Peso de los sólidos WS		
Contenido de humedad w%		
Contenido de humedad prom. w%		
Límite líquido =	NP	%
Límite plástico =	NP	%
Índice plástico =	NP	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA: Km 9+000

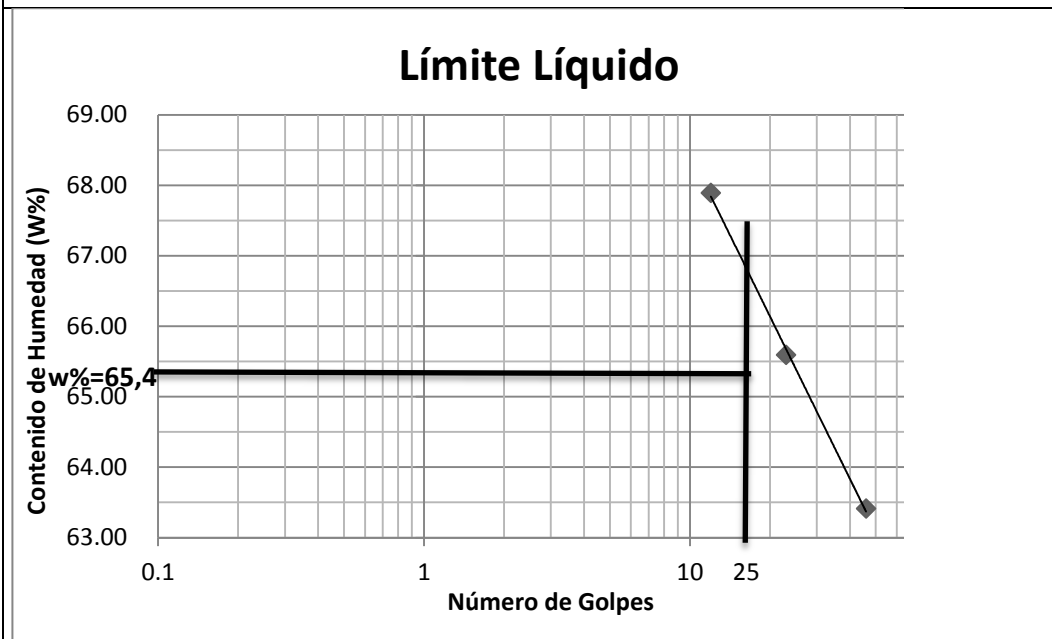
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

FECHA: 20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Número		46		23		12	
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	12-F	6-T	X-1	16-X	11-F	8E
Peso seco + recipiente	Ws + rec	24.87	21.52	26.52	23.52	24.22	22.12
Peso recipiente	rec	19.71	17.6	20.48	18.78	18.96	17.91
peso del agua	Ww	11.57	11.42	11.25	11.57	11.21	11.71
Peso de los sólidos	WS	5.16	3.92	6.04	4.74	5.26	4.21
Contenido de humedad	w%	8.14	6.18	9.23	7.21	7.75	6.2
Contenido de humedad prom.	w%	63.41		65.59		67.89	

GRÁFICO DE LIMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		A-2	D-5	A-5	M3	E-2	3A
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	5.63	6.15	5.92	6.67	6.72	6.62
Peso seco + recipiente	Ws + rec	5.17	5.48	5.35	6.24	5.86	6.24
Peso recipiente	rec	4.36	4.29	4.34	5.47	4.37	5.56
peso del agua	Ww	0.46	0.67	0.57	0.43	0.86	0.38
Peso de los sólidos	WS	0.81	1.19	1.01	0.77	1.49	0.68
Contenido de humedad	w%	56.79	56.30	56.44	55.84	57.72	55.88
Contenido de humedad prom.	w%	56.55		56.14		56.80	
	Límite líquido =	65.40	%				
	Límite plástico =	56.50	%				
	Índice plástico =	8.90	%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA: Km 10+000

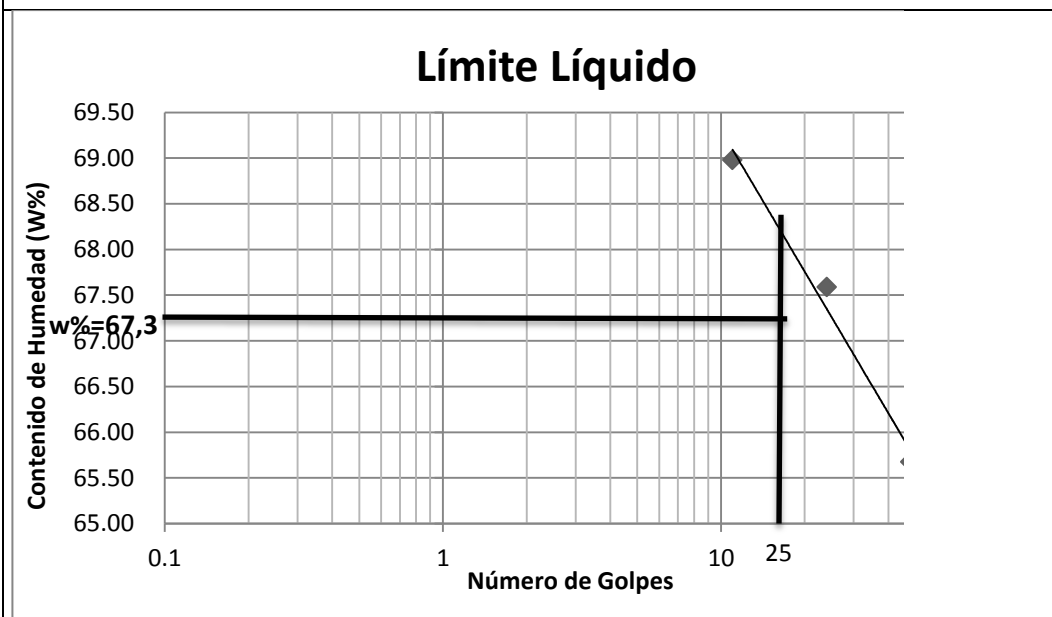
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez

FECHA: 20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Número		48		24		11	
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	7-E	1C	11-F	16-X	X-1	8E
Peso seco + recipiente	Ws + rec	22.81	20.12	23.96	23.12	24.18	21.12
Peso recipiente	rec	18.35	16.64	18.82	18.46	18.9	17.28
peso del agua	Ww	11.56	11.34	11.21	11.57	11.25	11.71
Peso de los sólidos	WS	4.46	3.48	5.14	4.66	5.28	3.84
Contenido de humedad	w%	6.79	5.3	7.61	6.89	7.65	5.57
Contenido de humedad prom.	w%	65.67		67.59		68.98	

GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		D-5	A8	E-1	M3	A-3	3A
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	5.94	6.22	6.18	6.62	6.43	6.52
Peso seco + recipiente	Ws + rec	5.34	5.54	5.48	6.2	5.67	6.17
Peso recipiente	rec	4.29	4.35	4.25	5.47	4.29	5.56
peso del agua	Ww	0.6	0.68	0.7	0.42	0.76	0.35
Peso de los sólidos	WS	1.05	1.19	1.23	0.73	1.38	0.61
Contenido de humedad	w%	57.14	57.14	56.91	57.53	55.07	57.38
Contenido de humedad prom.	w%	57.14		57.22		56.22	
	Límite líquido =	67.30	%				
	Límite plástico =	56.86	%				
	Índice plástico =	10.44	%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA: Km 11+000

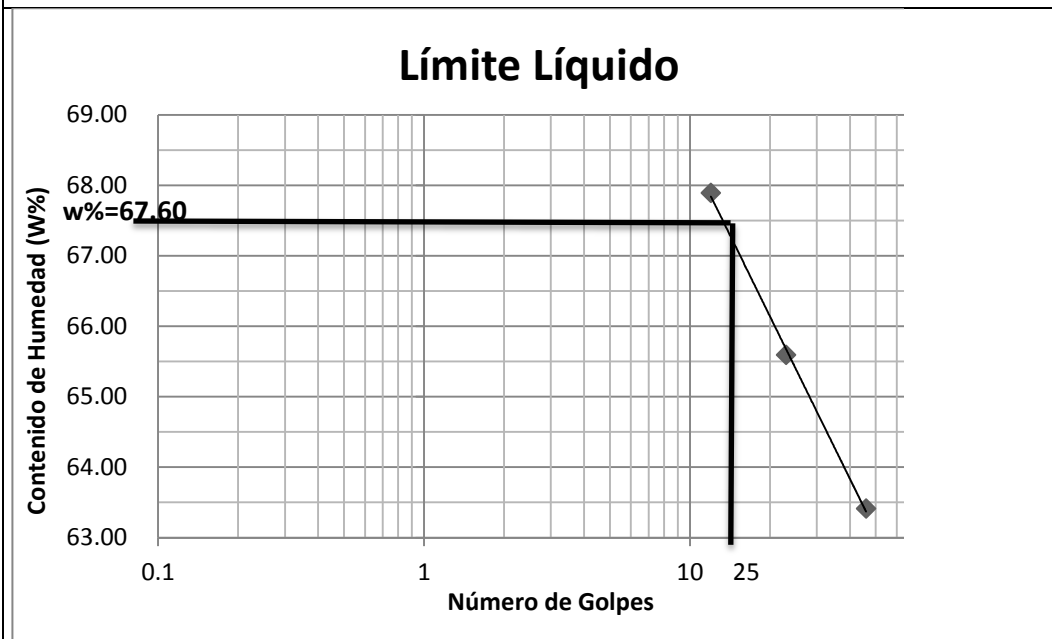
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

FECHA: 20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Número		46		23		12	
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	12-F	6-T	X-1	16-X	11-F	8E
Peso seco + recipiente	Ws + rec	24.87	21.52	26.52	23.52	24.22	22.12
Peso recipiente	rec	19.71	17.6	20.48	18.78	18.96	17.91
peso del agua	Ww	11.57	11.42	11.25	11.57	11.21	11.71
Peso de los sólidos	WS	5.16	3.92	6.04	4.74	5.26	4.21
Contenido de humedad	w%	8.14	6.18	9.23	7.21	7.75	6.2
Contenido de humedad prom.	w%	61.73		63.93		67.90	

GRÁFICO DE LIMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		A-2	D-5	A-5	M3	E-2	3A
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	5.63	6.15	5.92	6.67	6.72	6.62
Peso seco + recipiente	Ws + rec	5.17	5.48	5.35	6.24	5.86	6.24
Peso recipiente	rec	4.36	4.29	4.34	5.47	4.37	5.56
peso del agua	Ww	0.46	0.67	0.57	0.43	0.86	0.38
Peso de los sólidos	WS	0.81	1.19	1.01	0.77	1.49	0.68
Contenido de humedad	w%	56.79	56.30	56.44	55.84	57.72	55.88
Contenido de humedad prom.	w%	56.55		56.14		56.80	
	Límite líquido =	67.60	%				
	Límite plástico =	56.08	%				
	Índice plástico =	11.52	%				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA: Km 12+440

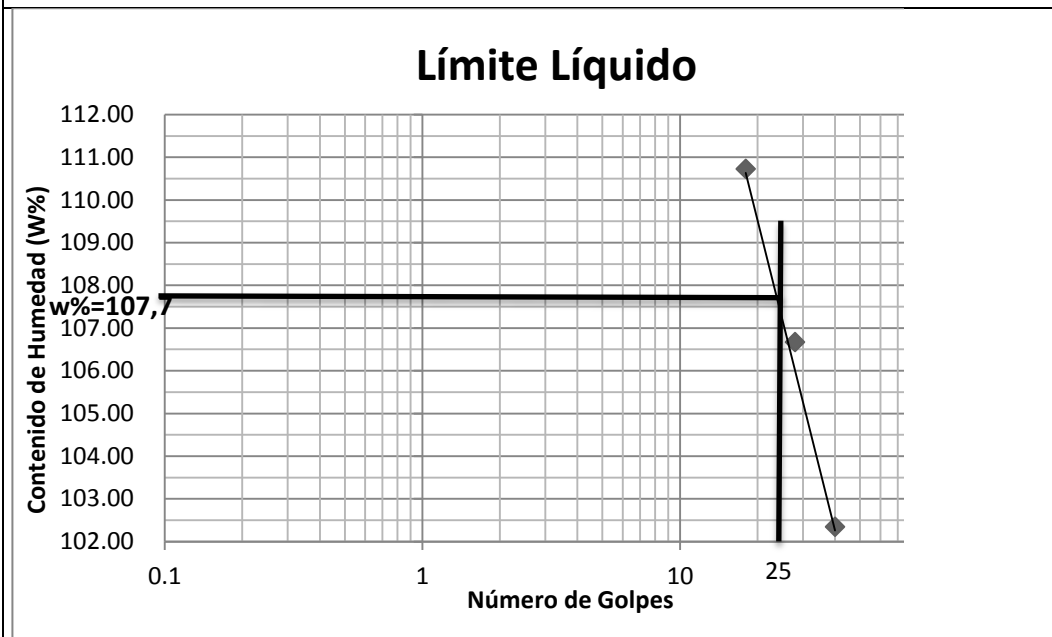
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez

FECHA: 20/09/2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Número		40		28		18	
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	22.82	22.52	25.99	24.61	25.49	22.17
Peso seco + recipiente	Ws + rec	17.13	16.82	18.47	17.88	18.16	16.67
Peso recipiente	rec	11.57	11.25	11.42	11.57	11.53	11.71
peso del agua	Ww	5.69	5.7	7.52	6.73	7.33	5.5
Peso de los sólidos	WS	5.56	5.57	7.05	6.31	6.63	4.96
Contenido de humedad	w%	102.34	102.33	106.67	106.66	110.56	110.89
Contenido de humedad prom.	w%	102.34		106.66		110.72	



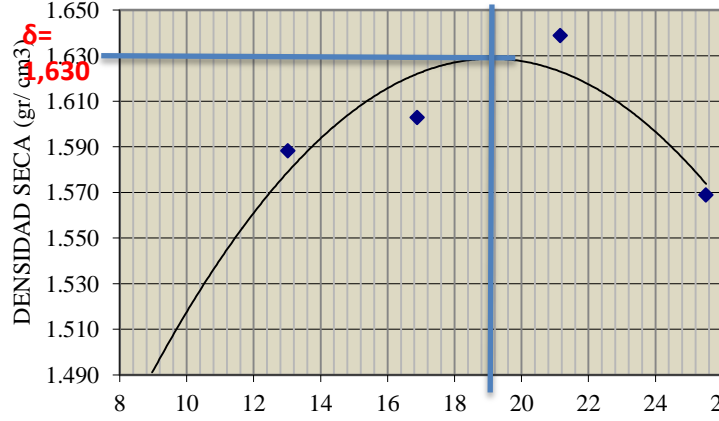
GRÁFICO DE LIMITE LÍQUIDO



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		E-2	A-3	E-1	M3	A-8	3A
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	6.45	6.25	6.13	6.75	6.01	6.54
Peso seco + recipiente	Ws + rec	5.43	5.3	5.22	6.13	5.2	6.06
Peso recipiente	rec	4.36	4.29	4.26	5.47	4.35	5.56
peso del agua	Ww	1.02	0.95	0.91	0.62	0.81	0.48
Peso de los sólidos	WS	1.07	1.01	0.96	0.66	0.85	0.50
Contenido de humedad	w%	95.33	94.06	94.79	93.94	95.29	96.00
Contenido de humedad prom.	w%	94.69		94.37		95.65	
	Límite líquido =	107.70	%				
	Límite plástico =	94.90	%				
	Índice plástico =	12.80	%				

COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE SUELOS									
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha										
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo			ABSCISA:	Km 8+000						
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez			FECHA:	20/09/2015						
NORMA: AASHTO T - 180			MÉTODO:	MODIFICADO						
ESPECIFICACIONES DE ENSAYO										
NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 LB					
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944					
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400					
P molde + suelo húmedo (gr)	5323.6	5485.6	5559.6	5665.4	5650					
Peso suelo húmedo	1532.6	1694.6	1768.6	1874.4	1859					
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.624	1.795	1.874	1.986	1.969					
2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	2-R	4-B	C-5	6-T	D-5	4-A	2-F	11-B	D-7	D-3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	160.77	120.67	171.7	120.45	206.1	130.27	172.19	130.63	130.87	130.67
Peso seco + recipiente Ws+ rec	151.26	113.321	157.5	111.93	186.0	118.21	150.87	112.42	113.87	109.65
Peso del recipiente rec	45.03	31.54	48.38	46.77	65.85	47.25	49.49	26.9	47.11	27.42
Peso del agua Ww	9.51	7.349	14.15	8.52	20.14	12.06	21.32	18.21	17	21.02
Peso suelo seco Ws	106.23	81.781	109.12	65.16	120.1	70.96	101.38	85.52	66.76	82.23
Contenido humedad w%	9.0	9.0	13.0	13.1	16.8	17.0	21.0	21.3	25.5	25.6
Contenido humedad promedio w%	8.97		13.02		16.88		21.16		25.51	
Densidad Seca gd	1.490		1.588		1.603		1.639		1.569	
3.- GRÁFICO DE DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD										
<p>DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD</p>  <p style="text-align: center;">DENSIDAD MÁXIMA SECA= 1,630 gr/cm3 HUMEDAD ÓPTIMA= 19 %</p>										



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha		
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo	ABSCISA:	Km 9+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez	FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180	MÉTODO:	MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 LB
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

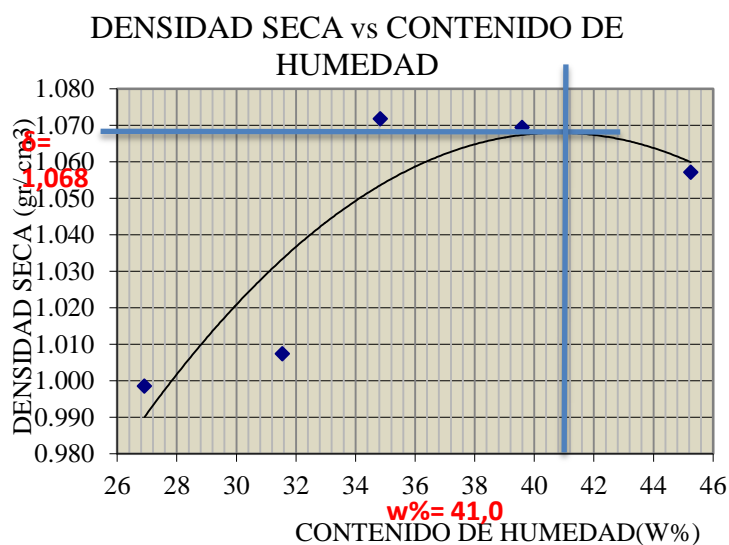
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	4987.4	5042	5155.2	5200.2	5240.6
Peso suelo húmedo	1196.4	1251	1364.2	1409.2	1449.6
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1.267	1.325	1.445	1.493	1.536

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	2-R	4-B	C-5	8-B	11-B	6-T	4-A	D-7	2-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	97.67	141.2	101.6	147.8	110.5	97.88	183.1	130.7	136.21	135.21
Peso seco + recipiente Ws+ rec	82.91	120.8	84.85	123.9	90.3	79.54	144.4	101.3	108.42	107.15
Peso del recipiente rec	28.04	45.04	31.55	48.37	32.21	26.9	46.79	26.9	47.11	45.04
Peso del agua Ww	14.76	20.41	16.74	23.92	20.21	18.34	38.68	29.42	27.79	28.06
Peso suelo seco Ws	54.87	75.76	53.3	75.48	58.04	52.64	97.65	74.35	61.31	62.11
Contenido humedad w%	26.9	26.9	31.4	31.7	34.8	34.8	39.6	39.6	45.3	45.2
Contenido humedad promedio w%	26.92		31.55		34.83		39.59		45.25	
Densidad Seca gd	0.999		1.007		1.072		1.069		1.057	

3.- GRÁFICO DE DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



DENSIDAD MÁXIMA SECA= 1,068 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA= 41 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha			
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo		ABSCISA:	Km 10+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez		FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180		MÉTODO:	MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 LB
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

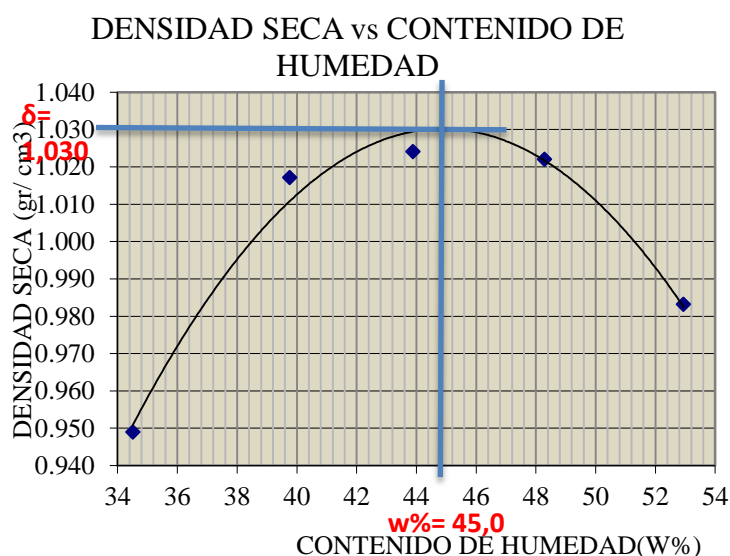
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	4996	5133	5182	5221.6	5210.5
Peso suelo húmedo	1205	1342	1391	1430.6	1419.5
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.276	1.422	1.474	1.515	1.504

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	4-B	1-T	2-F	1-D	4-A	D-3	11-B	6-T	C-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	120.26	120.7	122.0	132.2	133.1	130.7	120.9	130.7	130.52	130.67
Peso seco + recipiente Ws+ rec	96.58	97.82	95.86	108.7	102.6	105.2	90.54	96.81	101.51	102.21
Peso del recipiente rec	28.04	31.54	30.33	49.51	33.06	47.25	27.5	26.9	46.77	48.4
Peso del agua Ww	23.68	22.85	26.14	23.48	30.5	25.45	30.35	33.86	29.01	28.46
Peso suelo seco Ws	68.54	66.28	65.53	59.23	69.53	57.97	63.04	69.91	54.74	53.81
Contenido humedad w%	34.5	34.5	39.9	39.6	43.9	43.9	48.1	48.4	53.0	52.9
Contenido humedad promedio w%	34.51		39.77		43.88		48.29		52.94	
Densidad Seca gd	0.949		1.017		1.024		1.022		0.983	

3.- GRÁFICO DE DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



DENSIDAD MÁXIMA SECA= 1,030 gr/cm³
HUMEDAD ÓPTIMA= 45 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha			
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo		ABSCISA:	Km 11+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez		FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180		MÉTODO:	MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 LB
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

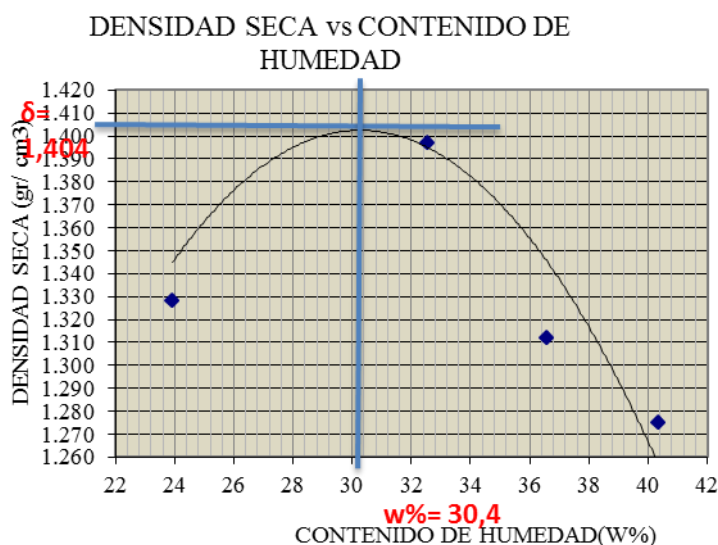
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	8	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	60	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5344.5	5507	5538.5	5483	5480
Peso suelo húmedo	1553.5	1716	1747.5	1692	1689
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1.646	1.818	1.851	1.792	1.789

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	4-B	1-T	2-F	1-D	4-A	D-3	11-B	6-T	C-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	120.26	120.7	122.0	132.2	133.1	130.7	120.9	130.7	130.52	130.67
Peso seco + recipiente Ws+ rec	96.58	97.82	95.86	108.7	102.6	105.2	90.54	96.81	101.51	102.21
Peso del recipiente rec	28.04	31.54	30.33	49.51	33.06	47.25	27.5	26.9	46.77	48.4
Peso del agua Ww	23.68	22.85	26.14	23.48	30.5	25.45	30.35	33.86	29.01	28.46
Peso suelo seco Ws	68.54	66.28	65.53	59.23	69.53	57.97	63.04	69.91	54.74	53.81
Contenido humedad w%	23.9	24	27.8	27.6	32.6	32.5	36.6	36.5	40.3	40.4
Contenido humedad promedio w%	23.94		27.69		32.53		36.57		40.34	
Densidad Seca gd	1.328		1.424		1.397		1.312		1.275	

3.- GRÁFICO DE DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



DENSIDAD MÁXIMA SECA= 1,404 gr/cm3

HUMEDAD ÓPTIMA= 30,4 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha			
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo		ABSCISA:	Km 12+440
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez		FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180		MÉTODO:	MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DE ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 LB
ALTURA DE CAÏDA :	18"	PESO MOLDE	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

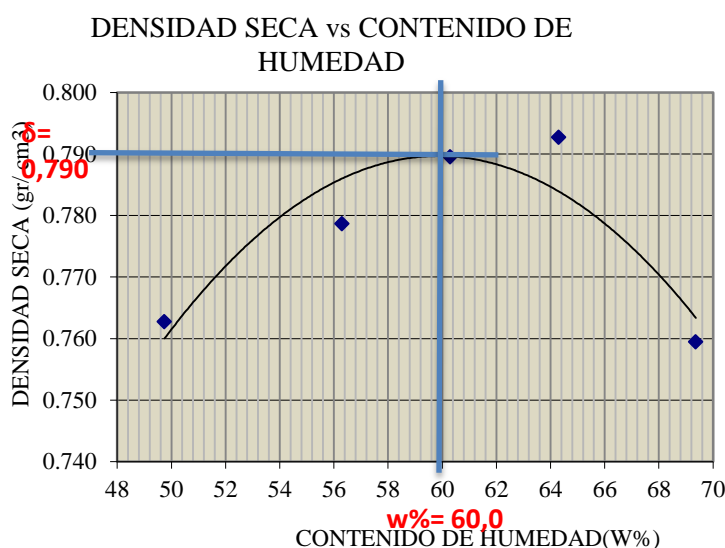
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	4869.2	4939.8	4985.6	5020.4	5005.2
Peso suelo húmedo	1078.2	1148.8	1194.6	1229.4	1214.2
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1.142	1.217	1.265	1.302	1.286

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD



Recipiente #	1-T	8-B	D-3	C-5	1-D	4-A	4-B	11-B	D-7	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	123.87	122.5	122.0	130.3	125.3	140.2	116.4	135.4	140.57	140.22
Peso seco + recipiente Ws+ rec	92.84	92.47	87.87	100.8	90.6	105.2	83.27	92.87	102.32	101.21
Peso del recipiente rec	30.32	32.2	27.5	48.4	33.04	47.25	31.58	26.9	47.11	45.04
Peso del agua Ww	31.03	30.05	34.08	29.43	34.67	34.99	33.13	42.55	38.25	39.01
Peso suelo seco Ws	62.52	60.27	60.37	52.42	57.57	57.97	51.69	65.97	55.21	56.17
Contenido humedad w%	49.6	49.9	56.5	56.1	60.2	60.4	64.1	64.5	69.3	69.4
Contenido humedad promedio w%	49.75		56.30		60.29		64.30		69.37	
Densidad Seca gd	0.763		0.779		0.789		0.793		0.759	

3.- GRÁFICO DE DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



DENSIDAD MÁXIMA SECA= 0,790 gr/cm3
HUMEDAD ÓPTIMA= 60 %

ENSAYO CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE SUELOS													
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha															
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo								ABSCISA:		Km 8+000					
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez								FECHA:		20/09/2015					
NORMA: AASHTO T - 180								MÉTODO:		MODIFICADO					
MOLDE #	15			18			44								
# DE CAPAS	5			5			5								
# DE GOLPES POR CAPA	56			27			11								
	ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO		ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO				
Wm+MOLDE (gr)	10460.2		10530		10300.8		10457.2		9763		10058.8				
PESO MOLDE (gr)	5864.5		5864.5		5965.5		5965.5		5775		5775				
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4595.7		4665.5		4335.3		4491.7		3988		4283.8				
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274		2274		2274		2274		2274		2274				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.021		2.052		1.906		1.975		1.754		1.884				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.705		1.696		1.610		1.597		1.480		1.489				
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)															
CONTENIDO DE HUMEDAD															
TARRO #	C-5		1-D		2-R		D-3		2-F		4-B				
Wm +TARRO (gr)	194.46		98.87		163.03		104.9		186.98		107.51				
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	171.62		87.46		144.67		90.06		165.55		91.58				
PESO AGUA (gr)	22.84		11.41		18.36		14.84		21.43		15.93				
PESO TARRO (gr)	48.36		33.02		45.03		27.42		49.48		31.55				
PESO MUESTRA SECA (gr)	123.26		54.44		99.64		62.64		116.07		60.03				
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.53		20.96		18.43		23.69		18.46		26.54				
AGUA ABSORBIDA %			2.43				5.26				8.07				
DATOS DE ESPONJAMIENTO															
MOLDE NÚMERO				15				18				44			
FECHA		TIEMPO		LEC DIAL	h	ESPONJ		LEC DIAL	h	ESPONJ		LEC DIAL	h	ESPONJ	
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	MUEST			Pulg	%			MUEST	Pulg			%	MUEST
			Pulg	Pulg	*10-2	%	Pulg	Pulg	*10-2	%	Pulg	Pulg	*10-2	%	
26-sep-15	18:10	0	0.14	5.00	0.00	0.00	0.06	5.00	0.00	0.00	0.02	5.00	0.00	0.00	
27-sep-15	18:05	1	0.14		0.04	0.01	0.07		0.20	0.04	0.06		4.20	0.84	
28-sep-15	18:25	2	0.14		0.08	0.02	0.07		0.36	0.07	0.07		4.48	0.90	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

ABSCISA: Km 8+000

RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

FECHA: 20/09/2015

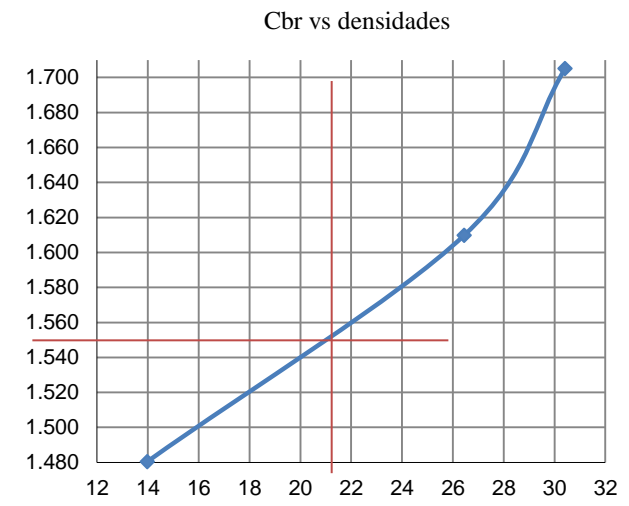
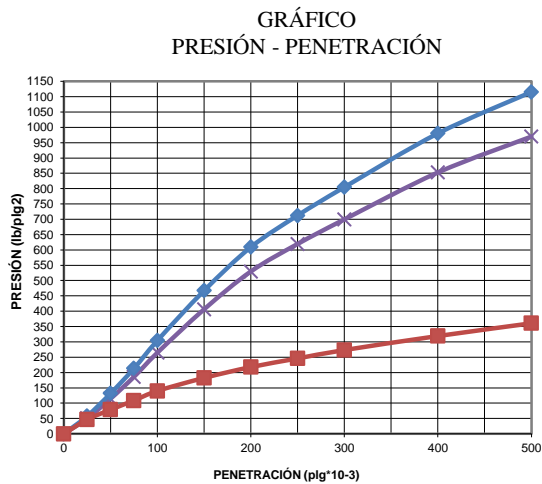
NORMA: AASHTO T - 180

MÉTODO: MODIFICADO

CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb

A. DE PISTÓN: 3 pgl²

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
PENET " 10-3	TIEMPO		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN	
	MIN	SEG			LEIDA	COR REG			LEI DA	CORR EG			LEID A	COR REG
		0	0.0		0		0.0		0		0.0		0	
0	30	25	78.6		57.7		68.4		50.3		63.5		46.7	
1	0	50	179.4		131.8		156.0		114.6		107.2		78.8	
1	30	75	290.3		213.3		253.0		185.9		148.0		108.7	
2	0	100	414.0	30	304.2	304.2	360.0	26.4	264.5	264.5	190.2	14.0	139.7	139.7
3	0	150	635.9		467.2		553.0		406.3		248.2		182.3	
4	0	200	829.2		609.2		721.0		529.7		296.4		217.8	
5	0	250	969.7		712.4		843.2		619.5		334.6		245.8	
6	0	300	1095.3		804.7		952.2		699.5		372.0		273.3	
8	0	400	1334.2		980.2		1160.6		852.7		434.2		319.0	
10	0	500	1518.0		1115.2		1320.0		969.8		490.8		360.6	
CBR corregido					30			26.4				14		



Densidades		VS	Resistencias		Densidad Máx	1.630	gr/cm ³
gr/cm ³	1.705		30.42	%	95% de DM	1.549	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1.610		26.45	%			
gr/cm ⁵	1.480		13.97	%	CBR PUNTUAL		21 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha																
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo							ABSCISA: Km 9+000									
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez							FECHA: 20/09/2015									
NORMA: AASHTO T - 180							MÉTODO: MODIFICADO									
MOLDE #	15					18					44					
# DE CAPAS	5					5					5					
# DE GOLPES POR CAPA	56					27					11					
	ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			
Wm+MOLDE (gr)	9349.2		9629.8			9227.2		9607.4			8685		9234.6			
PESO MOLDE (gr)	5864.5		5864.5			5965.5		5965.5			5775		5775			
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3484.7		3765.3			3261.7		3641.9			2910		3459.6			
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274		2274			2274		2274			2274		2274			
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.532		1.656			1.434		1.602			1.280		1.521			
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.075		1.000			0.999		0.979			0.892		0.899			
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)																
CONTENIDO DE HUMEDAD																
TARRO #	4-A		3-T			6-T		4-B			C-5		1-D			
Wm +TARRO (gr)	154.7		109.45			160.34		89.31			162.78		96.71			
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	122.63		77.18			125.85		66.87			128.12		70.64			
PESO AGUA (gr)	32.07		32.27			34.49		22.44			34.66		26.07			
PESO TARRO (gr)	47.16		28.03			46.77		31.54			48.39		33.02			
PESO MUESTRA SECA (gr)	75.47		49.15			79.08		35.33			79.73		37.62			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	42.49		65.66			43.61		63.52			43.47		69.30			
AGUA ABSORBIDA %			23.16					19.90					25.83			
DATOS DE ESPONJAMIENTO																
MOLDE NÚMERO			15					18					44			
FECHA		TIEMPO		LEC DIAL	h	ESPONJ		LEC DIAL	h	ESPONJ		LEC DIAL	h	ESPONJ		
DÍA Y MES	HORA	DÍAS		MUEST Pulg	Pulg *10-2	%		MUEST Pulg	Pulg *10-2	%		MUEST Pulg	Pulg *10-2	%		
			Pulg	Pulg			Pulg	Pulg			Pulg	Pulg				
24-sep-15	17:00	0	0.13	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00		
25-sep-15	17:05	1	0.18		4.41	0.88	0.12		5.76	1.15	0.09		4.20	0.84		
26-sep-15	17:15	2	0.25		11.42	2.28	0.19		12.48	2.50	0.13		8.44	1.69		

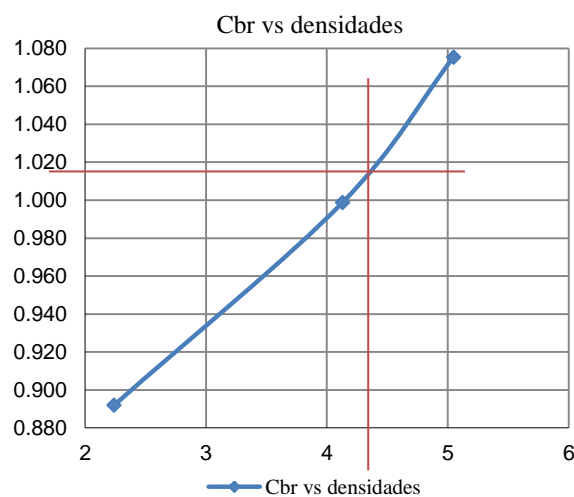
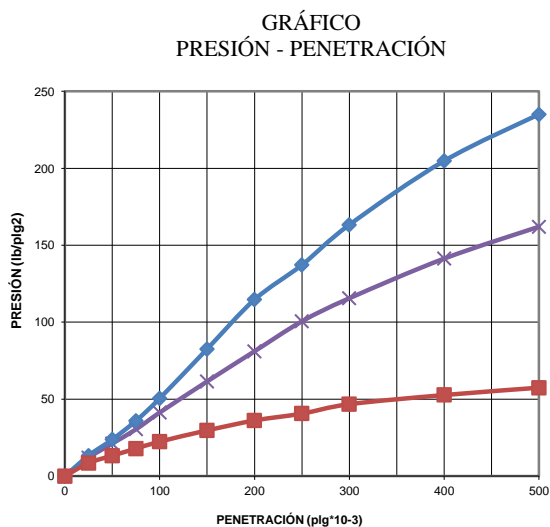


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha		
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo	ABSCISA:	Km 9+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez	FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180	MÉTODO:	MODIFICADO
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb	A. DE PISTÓN:	3 pgl²

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
PENET " 10-3	TIEMPO		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN	
	MIN	SEG			LEIDA	COR REG			LEI DA	CORR EG			LEID A	COR REG
		0	0.0		0		0.0		0		0.0		0	
0	30	25	18.1		13.3		16.3		12.0		11.5		8.4	
1	0	50	32.4		23.8		28.8		21.2		18.1		13.3	
1	30	75	48.9		35.9		41.4		30.4		24.3		17.9	
2	0	100	68.7	5	50.5	50.5	56.2	4.1	41.3	41.3	30.5	2.2	22.4	22.4
3	0	150	112.4		82.6		83.7		61.5		40.4		29.7	
4	0	200	156.1		114.7		110.4		81.1		49.2		36.1	
5	0	250	186.8		137.2		136.9		100.6		55.3		40.6	
6	0	300	222.3		163.3		157.3		115.6		63.6		46.7	
8	0	400	278.8		204.8		192.4		141.3		71.7		52.7	
10	0	500	320.0		235.1		220.6		162.1		78.2		57.5	
CBR corregido				5				4.1				2.2		



Densidades		VS	Resistencias		Densidad Máx	1.068	gr/cm ³
gr/cm ³	1.075		5.05	%	95% de DM	1.015	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0.999		4.13	%			
gr/cm ⁵	0.892		2.24	%	CBR PUNTUAL		4.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha																				
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo							ABSCISA: Km 10+000													
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez							FECHA: 20/09/2015													
NORMA: AASHTO T - 180							MÉTODO: MODIFICADO													
MOLDE #	15					18					44									
# DE CAPAS	5					5					5									
# DE GOLPES POR CAPA	56					27					11									
	ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO							
Wm+MOLDE (gr)	11220.2		11708.2			11011.2		11635.8			11372		12006							
PESO MOLDE (gr)	7991		7991			8080		8080			8566		8566							
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3229.2		3717.2			2931.2		3555.8			2806		3440							
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274		2274			2274		2274			2274		2274							
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.420		1.635			1.289		1.564			1.234		1.513							
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.027		0.987			0.914		0.896			0.887		0.855							
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)																				
CONTENIDO DE HUMEDAD																				
TARRO #	2-R		1-T			2-F		D-3			D-7		11-B							
Wm +TARRO (gr)	152.69		90.82			167.32		93.56			161.05		100.15							
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	122.89		66.86			133.06		65.32			129		68.28							
PESO AGUA (gr)	29.8		23.96			34.26		28.24			32.05		31.87							
PESO TARRO (gr)	45.05		30.3			49.51		27.42			47.12		26.89							
PESO MUESTRA SECA (gr)	77.84		36.56			83.55		37.9			81.88		41.39							
CONTENIDO DE HUMEDAD %	38.28		65.54			41.01		74.51			39.14		77.00							
AGUA ABSORBIDA %			27.25					33.51					37.86							
DATOS DE ESPONJAMIENTO																				
MOLDE NÚMERO			15					18					44							
FECHA		TIEMPO		LEC DIAL	h		ESPONJ			LEC DIAL	h		ESPONJ			LEC DIAL	h		ESPONJ	
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	MUEST Pulg		Pulg *10-2	%	Pulg	MUEST Pulg	Pulg *10-2		%	Pulg	MUEST Pulg	Pulg *10-2	%		Pulg	MUEST Pulg	Pulg *10-2	%
23-sep-15	17:10	0	0.04	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.01	5.00	0.00	0.00						
24-sep-15	17:08	1	0.13		8.58	1.72	0.09		5.52	1.10	0.06		5.48	1.10						
25-sep-15	17:45	2	0.20		16.22	3.24	0.19		15.00	3.00	0.11		10.36	2.07						

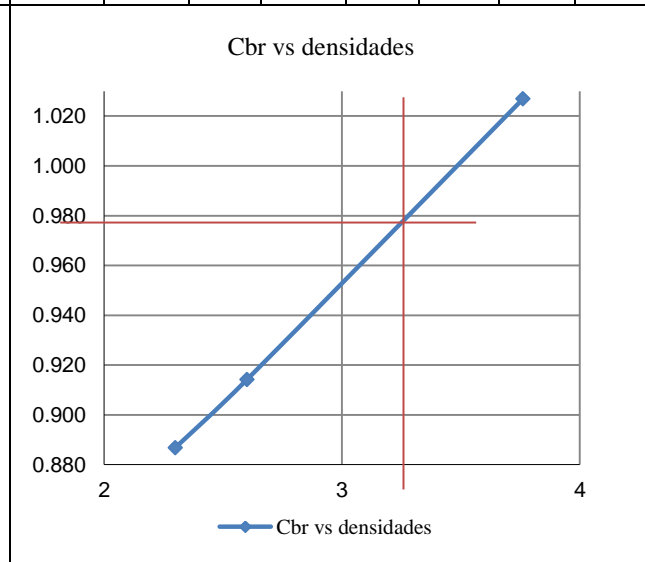
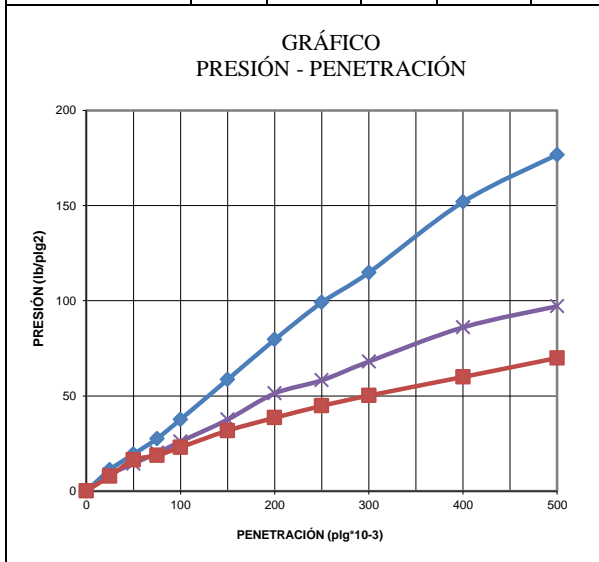


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha	
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo	ABSCISA: Km 10+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez	FECHA: 20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180	MÉTODO: MODIFICADO
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb	A. DE PISTÓN: 3 pgl ²

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
PENET " 10-3	TIEMPO		LEC DIAL Q	PRESIÓN			LEC DIAL Q	PRESIÓN			LEC DIAL Q	PRESIÓN		
	MIN	SEG		CBR %	LEIDA	COR REG		CBR %	LEI DA	CORR EG		CBR %	LEID A	COR REG
		0	0.0		0		0.0		0		0.0		0	
0	30	25	15.2		11.2		11.8		8.7		10.7		7.9	
1	0	50	26.3		19.3		19.6		14.4		22.2		16.3	
1	30	75	37.5		27.6		27.2		20.0		25.4		18.7	
2	0	100	51.2	4	37.6	37.6	35.4	2.6	26.0	26.0	31.3	2.3	23.0	23.0
3	0	150	79.7		58.6		51.1		37.5		43.2		31.7	
4	0	200	108.3		79.6		69.8		51.3		52.4		38.5	
5	0	250	134.9		99.1		79.2		58.2		60.9		44.7	
6	0	300	156.3		114.8		92.6		68.0		68.3		50.2	
8	0	400	206.8		151.9		117.1		86.0		81.6		59.9	
10	0	500	240.6		176.8		132.2		97.1		95.2		69.9	
CBR corregido				4				2.6				2.3		



Densidades		VS	Resistencias		Densidad Máx	1.030	gr/cm ³
gr/cm ³	1.027		3.76	%	95% de DM	0.979	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0.914		2.60	%			
gr/cm ⁵	0.887		2.30	%	CBR PUNTUAL		3.2 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha																					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo							ABSCISA: Km 11+000														
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez							FECHA: 20/09/2015														
NORMA: AASHTO T - 180							MÉTODO: MODIFICADO														
MOLDE #	15					18					44										
# DE CAPAS	5					5					5										
# DE GOLPES POR CAPA	56					27					11										
	ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO								
Wm+MOLDE (gr)	100.36		10212.5			9879.5		10193			9275.5		9809								
PESO MOLDE (gr)	5864.5		5864			5965.5		5932.5			5775		5775								
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4171.5		43.48			3914		4227.5			3500.5		4034								
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2336.79		2336.79			2336.79		2336.79			2336.79		2336.79								
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.785		1.861			1.6750		1.809			1.498		1.726								
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.406		1.364			1.328		1.322			1.181		1.248								
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)																					
CONTENIDO DE HUMEDAD																					
TARRO #	2-R			1-T			2-F			D-3			D-7		11-B						
Wm +TARRO (gr)	139.6			93.03			149.39			107.81			146.27		148.2						
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	116.2			80.2			124			91.81			122.3		115.9						
PESO AGUA (gr)	22.9			12.83			25.39			16			23.97		32.3						
PESO TARRO (gr)	31.24			45.01			26.9			48.35			32.99		31.55						
PESO MUESTRA SECA (gr)	84.96			35.19			97.1			43.46			89.31		84.35						
CONTENIDO DE HUMEDAD %	26.95			36.46			26.15			36.82			26.84		38.29						
AGUA ABSORBIDA %																					
DATOS DE ESPONJAMIENTO																					
MOLDE NÚMERO			15					18					44								
FECHA		TIEMPO		LEC DIAL	h		ESPONJ			LEC DIAL	h		ESPONJ			LEC DIAL	h		ESPONJ		
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	MUEST		Pulg	%	Pulg	MUEST	Pulg		%	Pulg	MUEST	Pulg	%		Pulg	MUEST	Pulg	%	
			Pulg	Pulg	*10-2	%	Pulg	Pulg	*10-2	%	Pulg	Pulg	*10-2	%	Pulg	Pulg	*10-2	%			
23-sep-15	16:10	0	0.04	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00							
24-sep-15	16:08	1	0.06		1.97	0.39	0.10		5.96	1.19	0.10		2.20	0.44							
25-sep-15	16:45	2	0.11		6.42	1.28	0.19		15.16	3.03	0.22		13.80	2.76							

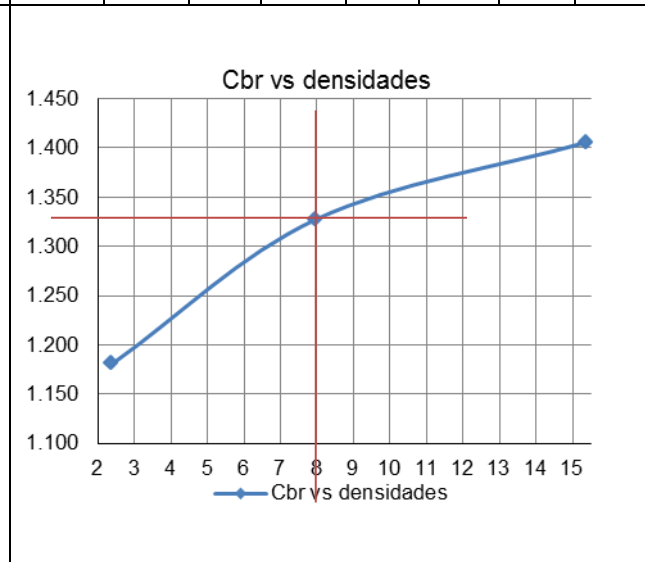
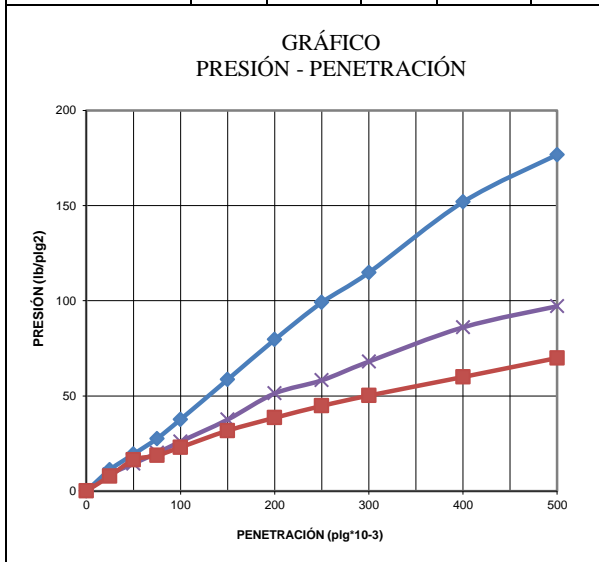


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha	
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo	ABSCISA: Km 11+000
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez	FECHA: 20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180	MÉTODO: MODIFICADO
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb	A. DE PISTÓN: 3 pgl ²

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
PENET " 10-3	TIEMPO		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR %	PRESIÓN	
	MIN	SEG			LEIDA	COR REG			LEI DA	CORR EG			LEID A	COR REG
		0	0.0		0		0		0		0.0		0	
0	30	25	34.6		25.4		31.2		8.7		10.7		7.9	
1	0	50	93.2		68.5		58.6		14.4		22.2		16.3	
1	30	75	150.6		110.6		84		20.0		25.4		18.7	
2	0	100	202.6	14.9	148.8		102.3	7.5	26.0	26.0	31.3	1.9	23.0	23.0
3	0	150	281.2		206.6		146.9		37.5		43.2		31.7	
4	0	200	350.7		257.6		175		51.3		52.4		38.5	
5	0	250	395.2		290.3		198.6		58.2		60.9		44.7	
6	0	300	420.2		308.7		211		68.0		68.3		50.2	
8	0	400	475.2		349.1		249.3		86.0		81.6		59.9	
10	0	500	525.2		385.8		292.3		97.1		95.2		69.9	
CBR corregido					14.9				7.5				1.9	



Densidades		VS	Resistencias		Densidad Máx	1.404	gr/cm ³
gr/cm ³	1.406		14.9	%	95% de DM	1.334	gr/cm ³
gr/cm ⁴	1.328		7.50	%			
gr/cm ⁵	1.181		1.90	%	CBR PUNTUAL		8 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha																		
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo							ABSCISA: Km 12+440											
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez							FECHA: 20/09/2015											
NORMA: AASHTO T - 180							MÉTODO: MODIFICADO											
MOLDE #	15					18					44							
# DE CAPAS	5					5					5							
# DE GOLPES POR CAPA	56					27					11							
	ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO			ANTES DEL REMOJO		DESPUÉS DEL REMOJO					
Wm+MOLDE (gr)	11258.2		11778.6			11060.2		11692.6			10905.4		11671.2					
PESO MOLDE (gr)	8311.2		8311.2			8369.6		8369.6			8453.7		8453.7					
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	2947		3467.4			2690.6		3323			2451.7		3217.5					
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274		2274			2274		2274			2274		2274					
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.296		1.525			1.183		1.461			1.078		1.415					
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	0.797		0.793			0.722		0.740			0.662		0.675					
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)																		
CONTENIDO DE HUMEDAD																		
TARRO #	C-5		11-B			6-T		4-B			D-7		8-B					
Wm +TARRO (gr)	163.99		83.83			163.13		84.63			161.2		104.8					
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	119.62		56.49			117.81		58.42			117.17		66.86					
PESO AGUA (gr)	44.37		27.34			45.32		26.21			44.03		37.94					
PESO TARRO (gr)	48.77		26.89			46.95		31.55			47.12		32.2					
PESO MUESTRA SECA (gr)	70.85		29.6			70.86		26.87			70.05		34.66					
CONTENIDO DE HUMEDAD %	62.63		92.36			63.96		97.54			62.86		109.46					
AGUA ABSORBIDA %			29.74					33.59					46.61					
DATOS DE ESPONJAMIENTO																		
MOLDE NÚMERO			15					18					44					
FECHA		TIEMPO		LEC DIAL	h	ESPONJ			LEC DIAL	h	ESPONJ			LEC DIAL	h	ESPONJ		
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	MUEST			Pulg *10-2	%	MUEST			Pulg *10-2	%	MUEST			Pulg *10-2	%	MUEST
			Pulg	Pulg			Pulg		Pulg			Pulg		Pulg				
23-sep-15	18:00	0	0.11	5.00	0.00	0.00	0.03	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00				
24-sep-15	18:08	1	0.19		7.72	1.54	0.09		5.96	1.19	0.13		8.20	1.64				
25-sep-15	18:12	2	0.30		19.06	3.81	0.22		19.08	3.82	0.23		18.12	3.62				

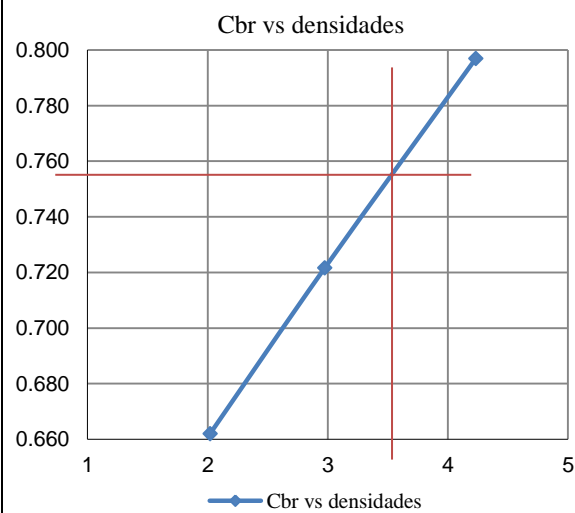
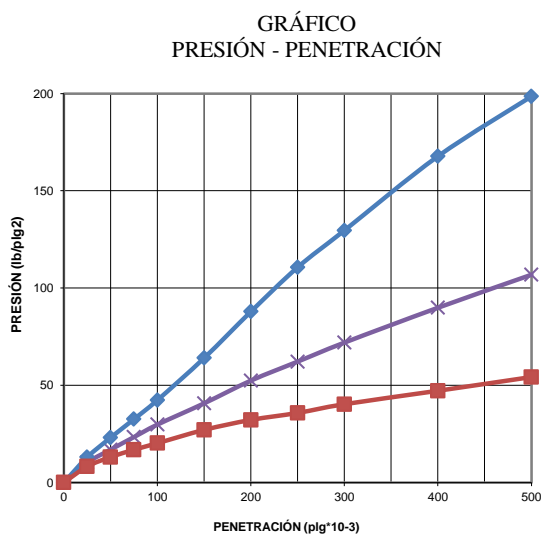


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE SUELOS





PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha		
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo	ABSCISA:	Km 12+440
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez	FECHA:	20/09/2015
NORMA: AASHTO T - 180	MÉTODO:	MODIFICADO
CONSTANTE DE CELDA: 2,204 lb	A. DE PISTÓN:	3 pgl²

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
PENET " 10-3	TIEMPO		LEC DIAL Q	CBR	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR	PRESIÓN		LEC DIAL Q	CBR	PRESIÓN	
	MIN	SEG		%	LEIDA	COR REG		%	LEI DA	CORR EG		%	LEID A	COR REG
		0	0.0		0		0.0		0		0.0		0	
0	30	25	17.7		13.0		13.9		10.2		11.2		8.2	
1	0	50	31.4		23.1		23.0		16.9		17.8		13.1	
1	30	75	44.3		32.5		31.8		23.4		22.9		16.8	
2	0	100	57.6	4	42.3	42.3	40.5	3	29.8	29.8	27.5	2	20.2	20.2
3	0	150	87.1		64.0		55.4		40.7		36.8		27.0	
4	0	200	119.6		87.9		71.3		52.4		43.8		32.2	
5	0	250	150.6		110.6		84.6		62.2		48.7		35.8	
6	0	300	176.4		129.6		97.9		71.9		54.8		40.3	
8	0	400	228.3		167.7		122.3		89.8		64.2		47.2	
10	0	500	270.2		198.5		145.4		106.8		73.8		54.2	
CBR corregido				4				3				2		



Densidades		VS	Resistencias		Densidad Máx	0.790	gr/cm ³
gr/cm ³	0.797		4.23	%	95% de DM	0.751	gr/cm ³
gr/cm ⁴	0.722		2.98	%			
gr/cm ⁵	0.662		2.02	%	CBR PUNTUAL		3.5 %

5) VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
REPORTE DE VOLÚMENES DE OBRA							
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha							
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo							
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez							
<u>ABSCISA</u>	<u>ÁREA DE CORTE</u>	<u>VOLUMEN DE CORTE</u>	<u>ÁREA DE RELLENO</u>	<u>VOLUMEN DE RELLENO</u>	<u>VOLUMEN CORTE ACUMULADO</u>	<u>VOLUMEN RELLENO ACUMULADO</u>	
0+020.000	31.27	0	0	0	0	0	
0+040.000	15.97	472.33	0	0	472.33	0	
0+060.000	23.25	392.21	0	0	864.53	0	
0+080.000	28.79	520.67	0	0	1385.21	0	
0+100.000	30.65	594.38	0	0	1979.59	0	
0+120.000	31.21	618.62	0	0	2598.21	0	
0+140.000	33.43	646.4	0	0	3244.61	0	
0+160.000	46.07	794.9	0	0	4039.51	0	
0+180.000	40.89	870.62	0	0	4910.13	0	
0+200.000	37.8	786.92	0	0	5697.05	0	
0+220.000	21.58	593.84	0	0	6290.89	0	
0+240.000	10.92	324.99	0	0	6615.88	0	
0+260.000	1.78	126.97	1.46	14.63	6742.85	14.63	
0+280.000	0	17.81	9.14	106.02	6760.66	120.65	
0+300.000	0	0	14.29	234.24	6760.66	354.9	
0+320.000	0	0	10.89	251.74	6760.66	606.63	
0+340.000	0	0	3.94	148.27	6760.66	754.91	
0+360.000	0.27	2.7	3.18	71.21	6763.37	826.12	
0+380.000	0.57	8.1	5.22	86.64	6771.47	912.76	
0+400.000	2.73	32.99	1.41	66.35	6804.46	979.12	
0+420.000	6.74	94.02	0.84	22.79	6898.48	1001.91	
0+440.000	12.43	189.65	0	8.63	7088.13	1010.54	
0+460.000	12.11	245.37	0.01	0.12	7333.5	1010.66	
0+480.000	17.64	294.61	0	0.12	7628.11	1010.78	
0+500.000	11.17	285.48	0	0	7913.59	1010.78	
0+520.000	17.37	285.45	0	0	8199.04	1010.78	
0+540.000	23.2	405.7	0	0	8604.74	1010.78	
0+560.000	4.21	274.03	0.05	0.47	8878.77	1011.25	
0+580.000	7.47	116.75	0	0.47	8995.52	1011.73	
0+600.000	10.55	180.14	0	0	9175.66	1011.73	
0+620.000	16.14	270.45	0	0	9446.11	1011.73	
0+640.000	23.01	391.53	0	0	9837.64	1011.73	
0+660.000	25.7	487.14	0	0	10324.78	1011.73	

0+680.000	27.56	532.6	0	0	10857.38	1011.73
0+700.000	28.47	560.21	0	0	11417.6	1011.73
0+720.000	33.7	621.62	0	0	12039.21	1011.73
0+740.000	46.09	797.83	0	0	12837.04	1011.73
0+760.000	61.47	1066.78	0	0	13903.82	1011.73
0+780.000	100.05	1607.45	0	0	15511.27	1011.73
0+800.000	154.84	2560.88	0	0	18072.15	1011.73
0+820.000	168.65	3254.48	0	0	21326.64	1011.73
0+840.000	155.64	3225.46	0	0	24552.1	1011.73
0+860.000	163.18	3161.45	0	0	27713.55	1011.73
0+880.000	172.93	3361.14	0	0	31074.68	1011.73
0+900.000	183.78	3495.52	0	0	34570.2	1011.73
0+920.000	166.74	3438.9	0	0	38009.1	1011.73
0+940.000	161.53	3282.67	0	0	41291.77	1011.73
0+960.000	131.98	2935.08	0	0	44226.84	1011.73
0+980.000	106.19	2381.7	0	0	46608.55	1011.73
1+000.000	88.12	1943.09	0	0	48551.63	1011.73
1+020.000	66.54	1546.58	0	0	50098.21	1011.73
1+040.000	45.52	1120.64	0	0	51218.85	1011.73
1+060.000	34.58	801.07	0	0	52019.92	1011.73
1+080.000	22.02	572.14	0	0	52592.06	1011.73
1+100.000	37.99	607.6	0	0	53199.67	1011.73
1+120.000	55.66	936.54	0	0	54136.21	1011.73
1+140.000	60.75	1164.16	0	0	55300.36	1011.73
1+160.000	64.19	1249.43	0	0	56549.79	1011.73
1+180.000	49.44	1136.32	0	0	57686.11	1011.73
1+200.000	42.2	910.76	0	0	58596.87	1011.73
1+220.000	38.08	802.75	0	0	59399.62	1011.73
1+240.000	34.89	729.66	0	0	60129.28	1011.73
1+260.000	33.84	687.31	0	0	60816.59	1011.73
1+280.000	31.59	654.26	0	0	61470.85	1011.73
1+300.000	56.81	883.98	0	0	62354.83	1011.73
1+320.000	47.78	1038.58	0	0	63393.41	1011.73
1+340.000	27.03	745.62	0	0	64139.02	1011.73
1+360.000	31.64	589.88	0	0	64728.91	1011.73
1+380.000	31.77	634.1	0	0	65363.01	1011.73
1+400.000	32.97	647.46	0	0	66010.48	1011.73
1+420.000	29.93	629.08	0	0	66639.56	1011.73
1+440.000	29.37	583.58	0	0	67223.14	1011.73
1+460.000	25.78	539.83	0	0	67762.97	1011.73
1+480.000	30.06	555.12	0	0	68318.09	1011.73
1+500.000	35.08	651.37	0	0	68969.46	1011.73
1+520.000	38.3	733.72	0	0	69703.18	1011.73

1+540.000	28.55	668.51	0	0	70371.69	1011.73
1+560.000	23.25	514.2	0	0	70885.89	1011.73
1+580.000	23.43	465.51	0	0	71351.4	1011.73
1+600.000	21.19	446.26	0	0	71797.66	1011.73
1+620.000	21.58	427.68	0	0	72225.34	1011.73
1+640.000	23.68	454.79	0	0	72680.13	1011.73
1+660.000	13.84	383.27	0	0	73063.4	1011.73
1+680.000	1.29	154.81	2.61	23.56	73218.21	1035.28
1+700.000	3.57	48.62	2	46.1	73266.83	1081.38
1+720.000	3.49	70.56	0.95	29.46	73337.39	1110.84
1+740.000	1.66	52.32	3.05	39.14	73389.71	1149.98
1+760.000	0.13	17.88	6.79	98.36	73407.59	1248.34
1+780.000	0.03	1.64	12.72	195.06	73409.23	1443.4
1+800.000	0.56	5.53	6.95	209.06	73414.75	1652.45
1+820.000	11.19	117.53	0.19	71.34	73532.28	1723.8
1+840.000	10.81	220	1.25	14.39	73752.28	1738.19
1+860.000	1.4	122.12	12.37	136.25	73874.4	1874.44
1+880.000	0	13.26	24.23	380.7	73887.66	2255.15
1+900.000	0.16	1.52	8.68	334.2	73889.18	2589.35
1+920.000	0.98	11.39	3.89	125.67	73900.57	2715.02
1+940.000	0.09	10.75	6.55	104.41	73911.32	2819.43
1+960.000	0.33	4.17	10.97	176.56	73915.48	2995.99
1+980.000	0.74	10.64	8.74	198.3	73926.12	3194.29
2+000.000	1.68	24.22	2.02	107.62	73950.34	3301.91
2+020.000	13.44	152.18	0	19.9	74102.52	3321.81
2+040.000	7.75	218.41	0	0	74320.93	3321.81
2+060.000	20.98	287.84	0	0	74608.77	3321.81
2+080.000	34.95	559.36	0	0	75168.13	3321.81
2+100.000	36.72	719.66	0	0	75887.79	3321.81
2+120.000	32.12	689.49	0	0	76577.28	3321.81
2+140.000	27.29	594.12	0	0	77171.4	3321.81
2+160.000	22.97	502.63	0	0	77674.03	3321.81
2+180.000	27.56	505.33	0	0	78179.35	3321.81
2+200.000	31.14	588.46	0	0	78767.82	3321.81
2+220.000	34.69	658.28	0	0	79426.1	3321.81
2+240.000	38.21	728.91	0	0	80155.01	3321.81
2+260.000	36.78	758	0	0	80913	3321.81
2+280.000	29.18	659.58	0	0	81572.58	3321.81
2+300.000	28.44	561.97	0	0	82134.55	3321.81
2+320.000	44.25	705.31	0	0	82839.87	3321.81
2+340.000	32.06	738.23	0	0	83578.1	3321.81
2+360.000	39.21	681.71	0	0	84259.82	3321.81
2+380.000	18.44	576.47	2.48	24.79	84836.28	3346.6



2+400.000	11.28	297.17	1.49	39.68	85133.46	3386.27
2+420.000	9.1	203.78	0.38	18.7	85337.24	3404.97
2+440.000	19.2	284.97	0	3.78	85622.21	3408.75
2+460.000	30.84	500.4	0	0	86122.61	3408.75
2+480.000	29.69	605.35	0	0	86727.96	3408.75
2+500.000	29.02	593.31	0	0	87321.27	3408.75
2+520.000	28.07	573.69	0	0	87894.96	3408.75
2+540.000	21.95	500.17	0	0	88395.13	3408.75
2+560.000	34.88	568.28	0	0	88963.41	3408.75
2+580.000	38.98	738.64	0	0	89702.05	3408.75
2+600.000	37.08	760.66	0	0	90462.71	3408.75
2+620.000	28.5	663.33	0	0	91126.04	3408.75
2+640.000	22.35	508.41	0	0	91634.45	3408.75
2+660.000	13.75	360.97	0	0.08	91995.42	3408.83
2+680.000	8.98	227.34	0.41	4.23	92222.76	3413.06
2+700.000	5.01	139.91	0.39	8	92362.67	3421.06
2+720.000	6.9	119.13	0.7	10.91	92481.81	3431.97
2+740.000	5.57	124.73	0	7.05	92606.54	3439.01
2+760.000	7.14	128.54	0.37	3.61	92735.08	3442.62
2+780.000	8.41	155.54	1.21	15.82	92890.62	3458.44
2+800.000	10.87	192.8	1.33	25.45	93083.42	3483.9
2+820.000	15.33	262.03	0.39	17.22	93345.45	3501.12
2+840.000	20.29	356.26	0	3.9	93701.7	3505.02
2+860.000	24.33	449.4	0	0	94151.11	3505.02
2+880.000	9.72	351.9	0	0	94503.01	3505.02
2+900.000	4.27	146.12	0.18	1.67	94649.13	3506.69
2+920.000	7.65	124.49	0.66	7.6	94773.62	3514.29
2+940.000	0.69	83.44	6.27	69.3	94857.06	3583.59
2+960.000	0	6.91	18.19	244.67	94863.97	3828.25
2+980.000	0	0	35.67	550.93	94863.97	4379.18
3+000.000	0	0	36.41	768.8	94863.97	5147.98
3+020.000	0	0	26.78	645.42	94863.97	5793.4
3+040.000	0	0	28.97	560.13	94863.97	6353.53
3+060.000	0	0	39.16	704.76	94863.97	7058.29
3+080.000	0	0	26.44	657.7	94863.97	7715.98
3+100.000	0	0	26.28	529.79	94863.97	8245.78
3+120.000	0	0	42.28	703.82	94863.97	8949.6
3+140.000	0	0	48.56	908.38	94863.97	9857.98
3+160.000	0	0	35.55	841.06	94863.97	10699.04
3+180.000	0.03	0.34	19.3	560.54	94864.31	11259.58
3+200.000	5.19	52.29	5.12	244.16	94916.6	11503.74
3+220.000	22.93	281.2	0.26	53.77	95197.8	11557.51
3+240.000	29.35	535.59	0	2.37	95733.39	11559.89

3+260.000	34.97	668.23	0	0	96401.62	11559.89
3+280.000	35.79	728.89	0	0	97130.5	11559.89
3+300.000	14.83	506.23	0.29	2.89	97636.74	11562.77
3+320.000	2.54	168.87	6.09	67.43	97805.6	11630.2
3+340.000	0.74	32.75	7.94	140.29	97838.35	11770.49
3+360.000	2.87	36.03	5.06	130.02	97874.38	11900.51
3+380.000	3.54	64.1	1.36	64.24	97938.47	11964.74
3+400.000	6.67	97.2	0.41	19.22	98035.68	11983.97
3+420.000	7.46	134.76	0.04	4.88	98170.44	11988.85
3+440.000	9.27	163.68	0.12	1.72	98334.12	11990.57
3+460.000	17.33	265.93	0	1.22	98600.05	11991.79
3+480.000	16.74	340.66	0	0	98940.71	11991.79
3+500.000	14.93	317.88	0	0	99258.59	11991.79
3+520.000	19.62	347.65	0	0	99606.24	11991.79
3+540.000	25.63	452.52	0	0	100058.76	11991.79
3+560.000	22.47	481.08	0	0	100539.85	11991.79
3+580.000	17.14	393.77	0	0	100933.62	11991.79
3+600.000	23.36	394.65	0	0	101328.28	11991.79
3+620.000	26.15	495.12	0	0	101823.39	11991.79
3+640.000	26.01	521.62	0	0	102345.02	11991.79
3+660.000	15.5	400.91	0.32	3.47	102745.93	11995.26
3+680.000	33.7	486.58	0	3.34	103232.51	11998.6
3+700.000	37.27	709.68	0	0	103942.19	11998.6
3+720.000	36.4	736.72	0	0	104678.91	11998.6
3+740.000	34.02	704.23	0	0	105383.14	11998.6
3+760.000	30.83	648.47	0	0	106031.61	11998.6
3+780.000	28.05	587.08	0	0	106618.69	11998.6
3+800.000	32.51	605.65	0	0	107224.34	11998.6
3+820.000	33.86	663.74	0	0	107888.08	11998.6
3+840.000	35.65	695.15	0	0	108583.23	11998.6
3+860.000	40.09	764.77	0	0	109347.99	11998.6
3+880.000	43.52	836.11	0	0	110184.1	11998.6
3+900.000	44.84	883.58	0	0	111067.68	11998.6
3+920.000	41.69	865.28	0	0	111932.97	11998.6
3+940.000	35.56	772.47	0	0	112705.44	11998.6
3+960.000	28.39	639.46	0	0	113344.9	11998.6
3+980.000	23.35	516.43	0	0	113861.33	11998.6
4+000.000	23.01	461.24	0	0	114322.57	11998.6
4+020.000	24.56	475.78	0	0	114798.35	11998.6
4+040.000	27.39	519.49	0	0	115317.84	11998.6
4+060.000	26.37	537.56	0	0	115855.4	11998.6
4+080.000	13.32	396.92	0	0	116252.32	11998.6
4+100.000	5.36	185.64	0.32	3.22	116437.96	12001.82



4+120.000	2.17	75.25	3.94	42.59	116513.2	12044.41
4+140.000	0.79	29.52	7.71	116.52	116542.73	12160.92
4+160.000	0.22	10.04	12.11	198.2	116552.77	12359.12
4+180.000	0	2.27	10.44	225.45	116555.04	12584.56
4+200.000	0.09	1	10.5	209.35	116556.04	12793.91
4+220.000	0.1	1.88	9.37	198.08	116557.92	12992
4+240.000	0.49	5.86	7.59	168.78	116563.78	13160.78
4+260.000	1.28	17.65	6.57	141.61	116581.43	13302.39
4+280.000	1.24	25.2	8.39	149.53	116606.63	13451.92
4+300.000	0.32	15.63	9.2	175.84	116622.25	13627.76
4+320.000	0	3.21	16.04	252.36	116625.46	13880.12
4+340.000	0	0	24.03	400.67	116625.46	14280.79
4+360.000	0	0	21.2	452.31	116625.46	14733.1
4+380.000	0.34	3.32	12.31	340.1	116628.78	15073.2
4+400.000	1.49	18.29	5.48	177.92	116647.07	15251.12
4+420.000	3.02	45.07	3.07	85.56	116692.14	15336.68
4+440.000	5.14	81.57	0.89	39.63	116773.7	15376.31
4+460.000	13.37	185.12	0.03	9.21	116958.82	15385.52
4+480.000	12.57	259.38	0.05	0.84	117218.2	15386.37
4+500.000	9.45	220.19	0.08	1.36	117438.39	15387.73
4+520.000	10.88	203.28	0	0.84	117641.67	15388.57
4+540.000	12.12	230	0	0.02	117871.67	15388.59
4+560.000	12.91	250.32	0	0	118121.99	15388.59
4+580.000	14.3	272.05	0	0	118394.04	15388.59
4+600.000	18.18	322.07	0	0	118716.12	15388.59
4+620.000	23.94	421.22	0	0	119137.33	15388.59
4+640.000	27.56	515	0	0	119652.33	15388.59
4+660.000	28.14	556.97	0	0	120209.3	15388.59
4+680.000	25	531.35	0	0	120740.65	15388.59
4+700.000	21.81	468.01	0	0	121208.66	15388.59
4+720.000	21.97	437.71	0	0	121646.38	15388.59
4+740.000	32.17	541.34	0	0	122187.72	15388.59
4+760.000	29.9	620.69	0	0	122808.41	15388.59
4+780.000	23.97	538.72	0	0	123347.13	15388.59
4+800.000	19.64	436.07	0	0	123783.2	15388.59
4+820.000	25.24	448.76	0	0	124231.96	15388.59
4+840.000	23.79	490.32	0	0	124722.28	15388.59
4+860.000	23.76	475.51	0	0	125197.79	15388.59
4+880.000	26.09	498.5	0	0	125696.29	15388.59
4+900.000	31.52	576.06	0	0	126272.35	15388.59
4+920.000	31.17	626.9	0	0	126899.25	15388.59
4+940.000	35.42	665.92	0	0	127565.17	15388.59
4+960.000	38.89	743.05	0	0	128308.22	15388.59



4+980.000	33.7	725.81	0	0	129034.03	15388.59
5+000.000	25.87	595.62	0	0	129629.65	15388.59
5+020.000	24.69	505.52	0	0	130135.17	15388.59
5+040.000	16.87	414.96	0	0	130550.13	15388.59
5+060.000	10.95	275.7	0	0	130825.83	15388.59
5+080.000	9.21	201.62	0.07	0.65	131027.46	15389.25
5+100.000	4.21	134.2	0.2	2.7	131161.65	15391.95
5+120.000	4.81	90.17	1	12.02	131251.82	15403.97
5+140.000	9.25	140.58	0.04	10.38	131392.4	15414.35
5+160.000	8.85	181	0	0.41	131573.4	15414.76
5+180.000	12.86	217.12	0	0	131790.51	15414.76
5+200.000	12.9	257.62	0	0	132048.13	15414.76
5+220.000	9.98	228.74	0	0	132276.87	15414.76
5+240.000	6.04	160.18	0.07	0.71	132437.06	15415.47
5+260.000	5.67	117.08	0	0.71	132554.14	15416.17
5+280.000	6.7	123.65	0.37	3.71	132677.79	15419.88
5+300.000	12.03	187.31	0	3.71	132865.1	15423.59
5+320.000	23.94	359.71	0	0	133224.81	15423.59
5+340.000	31.09	550.33	0	0	133775.14	15423.59
5+360.000	23.45	545.4	0	0	134320.55	15423.59
5+380.000	13.2	366.47	0	0	134687.01	15423.59
5+400.000	8.68	219.89	0	0	134906.9	15423.59
5+420.000	6.64	153.15	0.18	1.79	135060.05	15425.38
5+440.000	7.68	143.2	0	1.79	135203.25	15427.17

6) PRECIOS UNITARIOS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS 					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez					
UNIDAD: Ha.					
RUBRO:	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA				
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,balajeo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			8.57
Tractor de oruga dozer cuchilla niveladora	1.00	50.00	50.00	8.000	400.00
Motosierra	0.30	2.00	0.60	8.000	4.80
SUBTOTAL M					413.37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oper.Cargadora frontal(payloader sol C1 G1	1.00	3.620	3.62	8.000	28.96
Mecánico de equipo pesado caminen EO C1	0.30	3.620	1.09	8.000	8.72
Peón EO E2	4.00	3.270	13.08	8.000	104.64
Residente de obra EO B1	1.00	3.630	3.63	8.000	29.04
SUBTOTAL N					171.36
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Pirola	rollo	1.000	1.00	1.00	
Estacas de madera	u	30.000	0.50	15.00	
Cal	lb	50.000	1.00	50.00	
SUBTOTAL O					66.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					650.73
INDIRECTOS %				25.00%	162.68
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					813.41
VALOR OFERTADO					813.41

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		PRECIOS UNITARIOS	
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACIÓN					UNIDAD: km
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			7.67
Estac.total Incl.y. Jalon,Cinta,piqueta,miras laser	1.00	10.00	10.00	11.429	114.29
SUBTOTAL M					121.96
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 1: experiencia de hasta 5 años(Estr.oc	1.000	3.620	3.62	11.429	41.37
Cadenero	3.000	3.270	9.81	11.429	112.12
SUBTOTAL N					153.49
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Piola	rollo	0.400	1.00	0.40	
Estacas de madera	u	15.000	0.50	7.50	
Cal	lb	30.000	1.00	30.00	
SUBTOTAL O					37.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					313.35
INDIRECTOS %				25.00%	78.34
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					391.69
VALOR OFERTADO					391.69

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
RUBRO: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO			UNIDAD: m ³		
DETALLE: PROPIO					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ (Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.17
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.200	10.00
Camion cisterna-Tanquero	0.30	10.00	3.00	0.200	0.60
Rodillo vibratorio	0.50	20.00	10.00	0.200	2.00
Volqueta 8 m ³	1.00	10.00	10.00	0.200	2.00
SUBTOTAL M					14.77
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oper.Motoniveladora C1 GI	1.000	3.620	3.62	0.200	0.72
Oper.Rodillo autopropulsado C1 GII	1.000	3.450	3.45	0.200	0.69
Residente de obra EO B1	1.000	3.630	3.63	0.200	0.73
Chofer profesional licencia tipo D (Es	1.000	4.740	4.74	0.200	0.95
Mecánico de equipo pesado caminer EO C1	0.300	3.620	1.09	0.200	0.22
SUBTOTAL N					3.31
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Piola	rollo	0.300	1.00	0.30	
SUBTOTAL O					0.30
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.38
INDIRECTOS %				25.00%	4.60
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.98
VALOR OFERTADO					22.98

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
			UNIDAD: m3		
RUBRO:		EXCAVACIÓN PARA CUNETAS			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Abañ (Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.03
Retroexcavadora	1.00	40.00	40.00	0.100	4.00
SUBTOTAL M					4.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mecánico de equipo pesado caminen EO C1	0.30	3.620	1.09	0.100	0.11
Residente de obra EO B1	0.30	3.630	1.09	0.100	0.11
Oper. Tractor carriles o ruedas (buldc C1 G1	1.00	3.620	3.62	0.100	0.36
SUBTOTAL N					0.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Piola	rollo	0.100	1.00	0.10	
SUBTOTAL O					0.10
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.71
INDIRECTOS %					25.00% 1.18
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.89
VALOR OFERTADO					5.89



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PRECIOS UNITARIOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez

UNIDAD: m³

RUBRO: EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OBRAS
DETALLE: MENORES

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.01
Retroexcavadora	1.00	40.00	40.00	0.030	1.20

SUBTOTAL M 1.21

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Mecánico de equipo pesado caminen EO C1	0.30	3.620	1.09	0.030	0.03
Residente de obra EO B1	0.30	3.630	1.09	0.030	0.03
Oper.Tractor carriles o ruedas (buldc C1 GI	1.00	3.620	3.62	0.030	0.11

SUBTOTAL N 0.17

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Piola	rollo	0.100	1.00	0.10

SUBTOTAL O 0.10

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.48
	INDIRECTOS % 25.00%	0.37
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.85
	VALOR OFERTADO	1.85



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PRECIOS UNITARIOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

UNIDAD: **m3**

RUBRO: **HORMIGÓN SIMPLE f'c = 210 kg/cm2,**
INCLUIDO ENCOFRADO

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M. Albañ. (Pala, pico, carretillas, bailejo, martillo, etc)	1.00	5 % * M.Obra			1.05
Concretera inc. parihuelas	1.00	7.50	7.50	1.000	7.50
Vibrador	0.30	5.00	1.50	1.000	1.50

SUBTOTAL M 10.05

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón E0 E2	3.00	3.270	9.81	1.000	9.81
Albañil E0 D2	2.00	3.270	6.54	1.000	6.54
Maestro de obra E0 C2	1.00	3.620	3.62	1.000	3.62
Residente de obra EO B1	0.30	3.630	1.09	1.000	1.09

SUBTOTAL N 21.06

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland puesto en sitio	saco	8.500	7.85	66.73
Arena puesto en sitio	m3	0.600	15.00	9.00
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.800	17.50	14.00
Agua	m3	0.200	1.50	0.30
Aditivo de hormigones	kg	0.100	4.90	0.49
Tabla de monte	u	2.300	4.00	9.20
Clavos	Kg	0.200	1.33	0.27
Alambre galvanizado # 16 - 18	kg	0.300	1.77	0.53
Alfaja eucalipto 6x6x250 cm	u	2.000	2.00	4.00



SUBTOTAL O 104.52



TRANSPORTE



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO



SUBTOTAL P



ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	135.63
	INDIRECTOS % 25.00%	33.91
	UTILIDAD %	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	169.54
	VALOR OFERTADO	169.54

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS 					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
UNIDAD: m ³					
RUBRO: COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE SUB BASE GRANULAR CLASE 3					
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ. (Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.02
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.013	0.65
Volqueta 8 m3	0.30	10.00	3.00	0.013	0.04
Camion cisterna-Tanquero	0.30	10.00	3.00	0.013	0.04
Cargadora	1.00	10.00	10.00	0.013	0.13
Rodillo vibratorio	0.50	20.00	10.00	0.013	0.13
SUBTOTAL M					1.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón E0 E2	3.00	3.270	9.81	0.013	0.13
Albañil E0 D2	2.00	3.270	6.54	0.013	0.09
Maestro de obra E0 C2	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Residente de obra EO B1	0.30	3.630	1.09	0.013	0.01
Oper.Motoniveladora C1 GI	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Oper.Cargadora frontal(payloader sol C1 GI	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Chofer profesional licencia tipo D (Es	1.00	4.740	4.74	0.013	0.06
Mecánico de equipo pesado caminer EO C1	0.30	3.620	1.09	0.013	0.01
SUBTOTAL N					0.45
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Sub base clase 3 puesto en sitio	m ³	1.000	8.75	8.75	
Agua	m ³	0.300	1.50	0.45	
Pirola	rollo	0.300	1.00	0.30	
Estacas de madera	u	2.000	0.50	1.00	
SUBTOTAL O				10.50	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.96
				INDIRECTOS % 25.00%	2.99
				UTILIDAD %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	14.95
				VALOR OFERTADO	14.95

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
UNIDAD: m ³					
RUBRO: COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE BASE GRANULAR CLASE 4					
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,cod	1.00	5 % * M.Obra			0.02
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.013	0.65
Volqueta 8 m3	0.30	10.00	3.00	0.013	0.04
Camion cisterna-Tanquero	0.30	10.00	3.00	0.013	0.04
Cargadora	1.00	10.00	10.00	0.013	0.13
Rodillo vibratorio	0.50	20.00	10.00	0.013	0.13
SUBTOTAL M					1.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón E0 E2	3.00	3.270	9.81	0.013	0.13
Albañil E0 D2	2.00	3.270	6.54	0.013	0.09
Maestro de obra E0 C2	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Residente de obra EO B1	0.30	3.630	1.09	0.013	0.01
Oper.Motoniveladora C1 G1	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Oper.Cargadora frontal(payloader sobr C1 G1	1.00	3.620	3.62	0.013	0.05
Chofer profesional licencia tipo D (Estr	1.00	4.740	4.74	0.013	0.06
#N/A EO C1	0.30	3.620	1.09	0.013	0.01
SUBTOTAL N					0.45
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Base clase 4 inc transp.	m3	1.000	9.38	9.38	
Agua	m3	0.300	1.50	0.45	
Pirola	rollo	0.300	1.00	0.30	
Estacas de madera	u	2.000	0.50	1.00	
SUBTOTAL O					11.13
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12.59
INDIRECTOS % 25.00%					3.15
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15.74
VALOR OFERTADO					15.74

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Ego. Jorge Sánchez					
UNIDAD: m ²					
RUBRO:		COLOCACIÓN Y PROVISIÓN DE CARPETA			
DETALLE:		ASFÁLTICA, e=5cm			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ (Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			
Cargadora	0.30	10.00	3.00	0.004	0.01
Planta asfáltica portátil	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
Escoba mecánica	1.00	20.00	20.00	0.004	0.08
Rodillo 1 ton / tambor	0.30	5.00	1.50	0.004	0.01
Rodillo neumatico	0.30	6.25	1.88	0.004	0.01
Finisher	1.00	8.13	8.13	0.004	0.03
Distribuidor de asfaltos	1.00	7.50	7.50	0.004	0.03
SUBTOTAL M					0.33
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Oper.Cargadora frontal(payloader sol C1 GI	1.00	3.620	3.62	0.004	0.01
Oper.Planta de emulsión asfáltica C1 GI	1.00	3.620	3.62	0.004	0.01
Oper.Distribuidor de asfalto C1 GI	1.00	3.450	3.45	0.004	0.01
Ayudante de maquinaria (Estr.Oc.C3 EO C3	1.00	3.140	3.14	0.004	0.01
Peón EO E2	2.00	3.270	6.54	0.004	0.03
Chofer profesional licencia tipo D (Es	1.00	4.740	4.74	0.004	0.02
SUBTOTAL N					0.09
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Material cribado ripio MTOP / Asfaltos	m3	0.060	22.50	1.35	
Asfalto AP-3	ton	0.022	120.00	2.64	
Asfalto RC-250	gal	0.265	10.00	2.65	
Diesel	gal	0.450	1.02	0.46	
Arena puesto en sitio	m3	0.040	15.00	0.60	
SUBTOTAL O					7.70
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte de material bituminoso	m3-km	5.420	0.250	1.335	
SUBTOTAL P					1.335
ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.46
INDIRECTOS %				25.00%	2.36
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.82
VALOR OFERTADO					11.82

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS 					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Edo. Jorge Sánchez					
UNIDAD: km					
RUBRO:	MARCAS EN PAVIMENTO				
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Plom.(llave tubo,rachas,llaves,teflon,permat	1.00	5 % * M.Obra			1.60
Camioneta 4x4	1.00	4.00	4.00	4.000	16.00
Máquina de imprimación vial	1.00	6.00	6.00	4.000	24.00
SUBTOTAL M					41.60
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer profesional licencia tipo D (Es	1.00	4.740	4.74	4.000	18.96
Peón E0 E2	1.00	3.270	3.27	4.000	13.08
SUBTOTAL N					32.04
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Pintura tipo tráfico reflectiva incluye microesferas vidrio	gal	7.000	40.00	280.00	
Tinher	gal	1.000	5.00	5.00	
SUBTOTAL O				285.00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			358.64
		INDIRECTOS %			25.00% 89.66
		UTILIDAD %			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			448.30
		VALOR OFERTADO			448.30

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PRECIOS UNITARIOS 					
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez					
UNIDAD: u					
RUBRO:	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.75 X 0.75) m				
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.40
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.800	0.40
Remachadora pop	1.00	1.50	1.50	0.800	1.20
SUBTOTAL M					2.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldador eléctrico y/o acetileno (Estr. EO C1	1.00	3.430	3.43	0.800	2.74
Ayudante de fierro EO E2	1.00	3.270	3.27	0.800	2.62
Peón EO E2	1.00	3.270	3.27	0.800	2.62
SUBTOTAL N					7.98
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	8.500	7.85	66.73	
Arena puesto en sitio	m3	0.600	15.00	9.00	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.800	17.50	14.00	
Agua	m3	0.200	1.50	0.30	
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.300	12.00	3.60	
Panel de tol HG	m2	0.200	6.00	1.20	
Remaches pop	funda	0.300	4.00	1.20	
Tubo galvanizado poste d=1½" ,e=2.0mm, L=6 m	u	0.300	16.00	4.80	
Pernos,tuercas y rodela presión	u	30.000	0.15	4.50	
Pintura reflectiva incluye microesferas vidrio	gal	0.300	30.00	9.00	
Anticorrosivo rojo óxido	gal	0.010	10.08	0.10	
SUBTOTAL O					114.43
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					124.41
INDIRECTOS %				25.00%	31.10
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					155.51
VALOR OFERTADO					155.51



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PRECIOS UNITARIOS



PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha

UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo

RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez

UNIDAD: **u**

RUBRO:

SEÑALES PREVENTIVAS (0.75 X 0.75) m

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,c	1.00	5 % * M.Obra			0.40
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.800	0.40
Remachadora pop	1.00	1.50	1.50	0.800	1.20
SUBTOTAL M					2.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldador eléctrico y/o acetileno (Estr. EO C1	1.00	3.430	3.43	0.800	2.74
Ayudante de herrero EO E2	1.00	3.270	3.27	0.800	2.62
Peón EO E2	1.00	3.270	3.27	0.800	2.62
SUBTOTAL N					7.98

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Cemento Portland puesto en sitio	saco	8.500	7.85	66.73
Arena puesto en sitio	m3	0.600	15.00	9.00
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.800	17.50	14.00
Agua	m3	0.200	1.50	0.30
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.300	12.00	3.60
Panel de tol HG	m2	0.200	6.00	1.20
Remaches pop	funda	0.300	4.00	1.20
Tubo galvanizado poste d=1½" ,e=2.0mm, L=6 m	u	0.300	16.00	4.80
Pernos,tuercas y rodela presión	u	30.000	0.15	4.50
Pintura reflectiva incluye microesferas vidrio	gal	0.300	30.00	9.00
Anticorrosivo rojo óxido	gal	0.010	10.08	0.10
SUBTOTAL O				114.43

TRANSPORTE

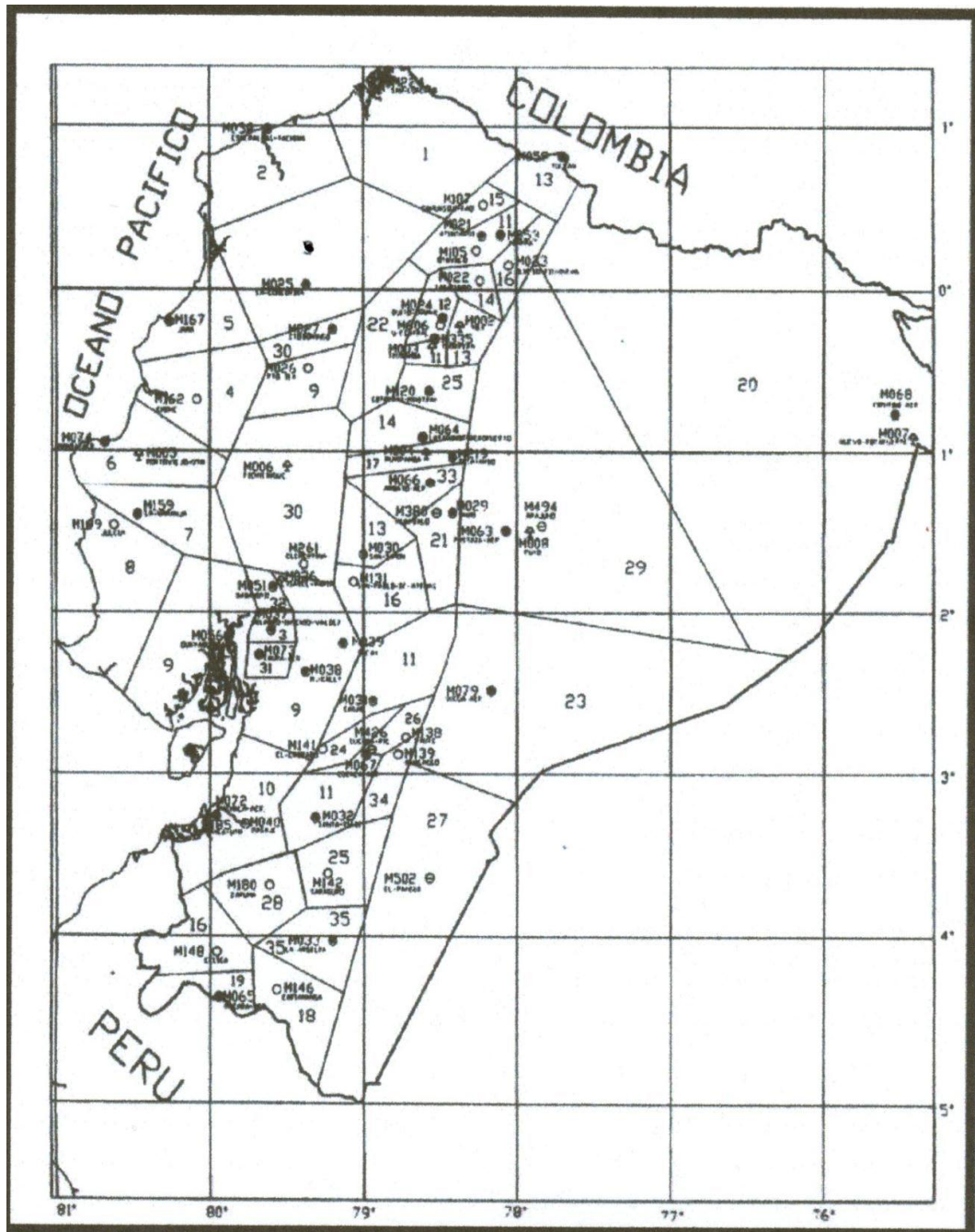
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		124.41
INDIRECTOS %	25.00%	31.10
UTILIDAD %		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		155.51
VALOR OFERTADO		155.51

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		PRECIOS UNITARIOS	
PROYECTO: Infraestructura vial Cusubamba - Quisapincha					
UBICACIÓN: Parroquia Cusubamba, Cantón Salcedo					
RESPONSABLE: Egdo. Jorge Sánchez					
UNIDAD: u					
RUBRO: SEÑALES INFORMATIVAS (2.40X1.20) m					
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
H.M.Albañ.(Pala,pico,carretillas,bailejo,martillo,e	1.00	5 % * M.Obra			0.40
Soldadora eléctrica inc. Pinzas+cable	1.00	0.50	0.50	0.800	0.40
Remachadora pop	1.00	1.50	1.50	0.800	1.20
SUBTOTAL M					2.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldador eléctrico y/o acetileno (Estr. EO C1	1.000	3.430	3.43	0.800	2.74
Ayudante de herrero EO E2	1.000	3.270	3.27	0.800	2.62
Peón EO E2	1.000	3.270	3.27	0.800	2.62
SUBTOTAL N					7.98
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento Portland puesto en sitio	saco	8.500	7.85	66.73	
Arena puesto en sitio	m3	0.600	15.00	9.00	
Ripio triturado puesto en sitio	m3	0.800	17.50	14.00	
Agua	m3	0.200	1.50	0.30	
Electrodos E-6011 / 6013	kg	0.800	12.00	9.60	
Panel de tol HG	m2	1.000	6.00	6.00	
Remaches pop	fundas	1.200	4.00	4.80	
Tubo galvanizado poste d=1½" :e=2.0mm, L=6 m	u	4.000	16.00	64.00	
Pernos,tuercas y rodela presión	u	50.000	0.15	7.50	
Pintura reflectiva incluye microesferas vidrio	gal	0.400	30.00	12.00	
Anti-corrosivo rojo óxido	gal	0.200	10.08	2.02	
SUBTOTAL O				195.95	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					205.93
INDIRECTOS %					25.00%
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					257.41
VALOR OFERTADO					257.41

7) MAPA DE ZONIFICACIÓN METEOROLÓGICAS DEL ECUADOR



Fuente: Estudio de lluvias intensas INAMHI Luis Rodríguez Fiallos, 1999.

8) NORMAS MTOP



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

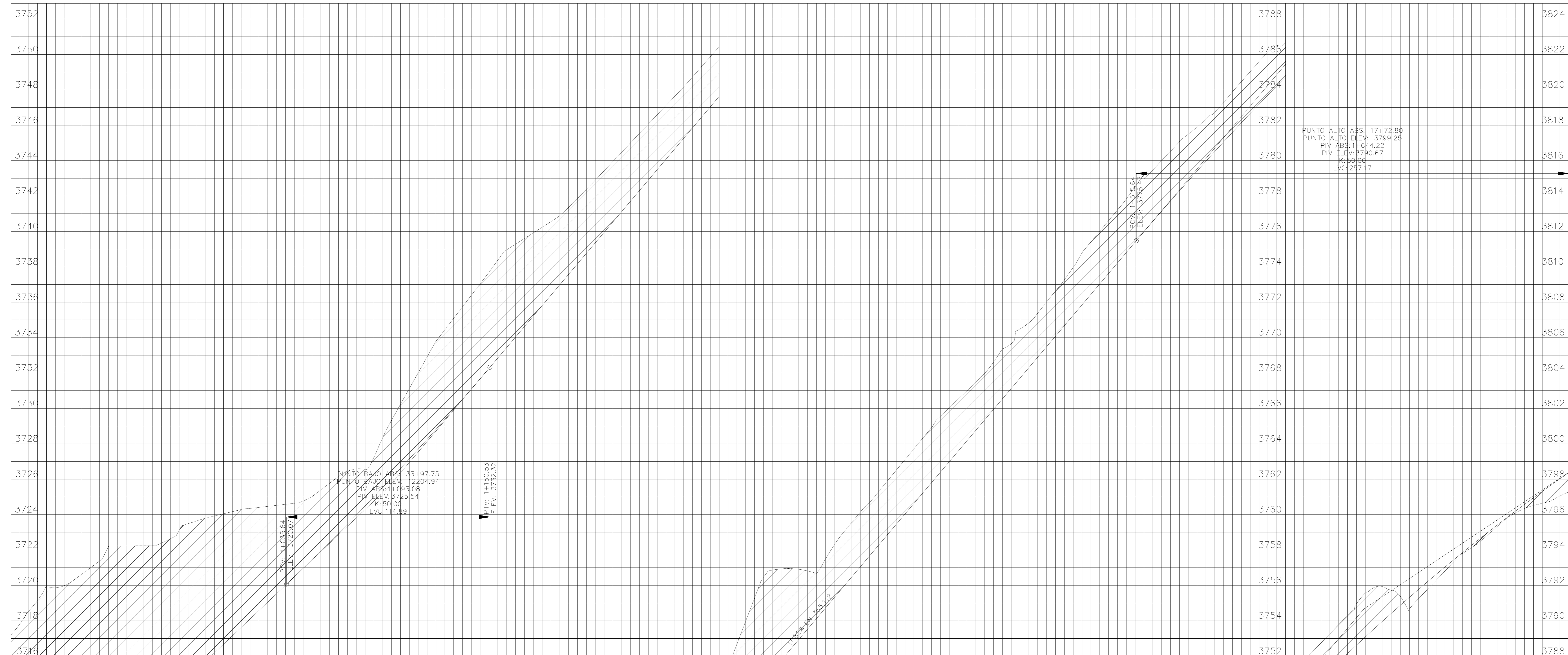
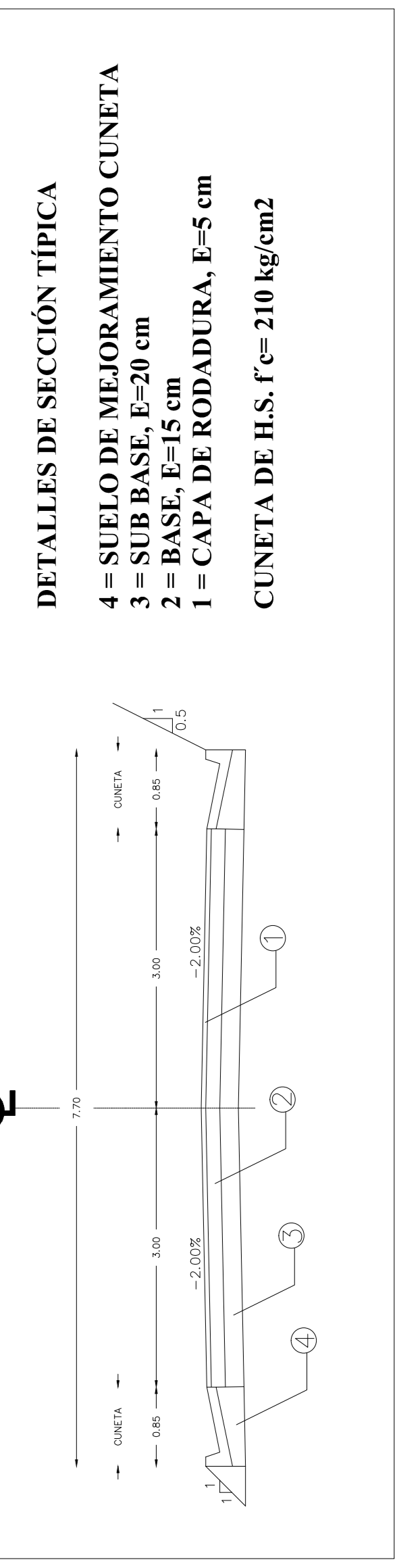
VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾	75	42	30	75	30	20 ⁽⁹⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	40	35	55	40	35	55	40	35
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110	210	150	110	210	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)											
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																				
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2	7	3	2			
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3	10	5	3			
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14	6	8	14			
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,7 ⁽⁶⁾			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁶⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---											
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---											
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño																																			
	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																			
	Ancho de la calzada (m)																																			
Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾																																				
0,50 m mínimo a cada lado																																				
Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																				
LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																				

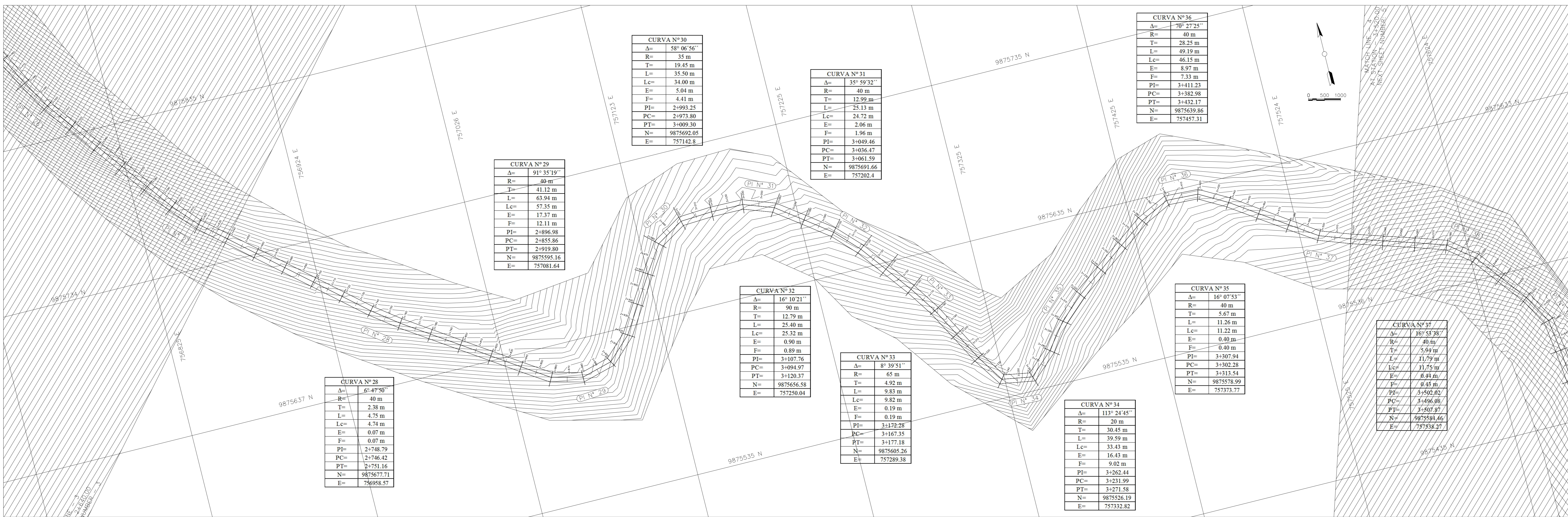
- 1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10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

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

9) PLANOS



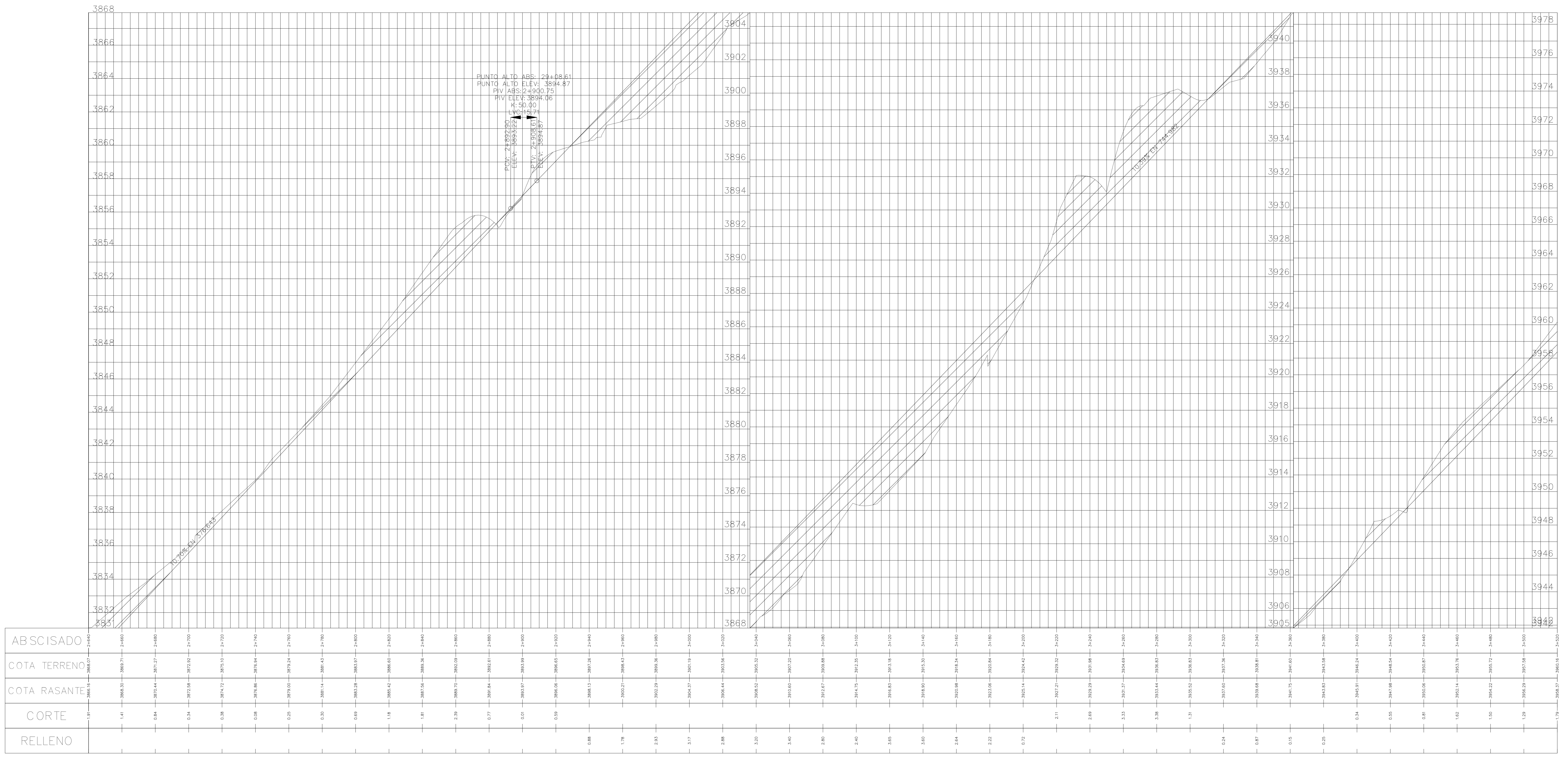
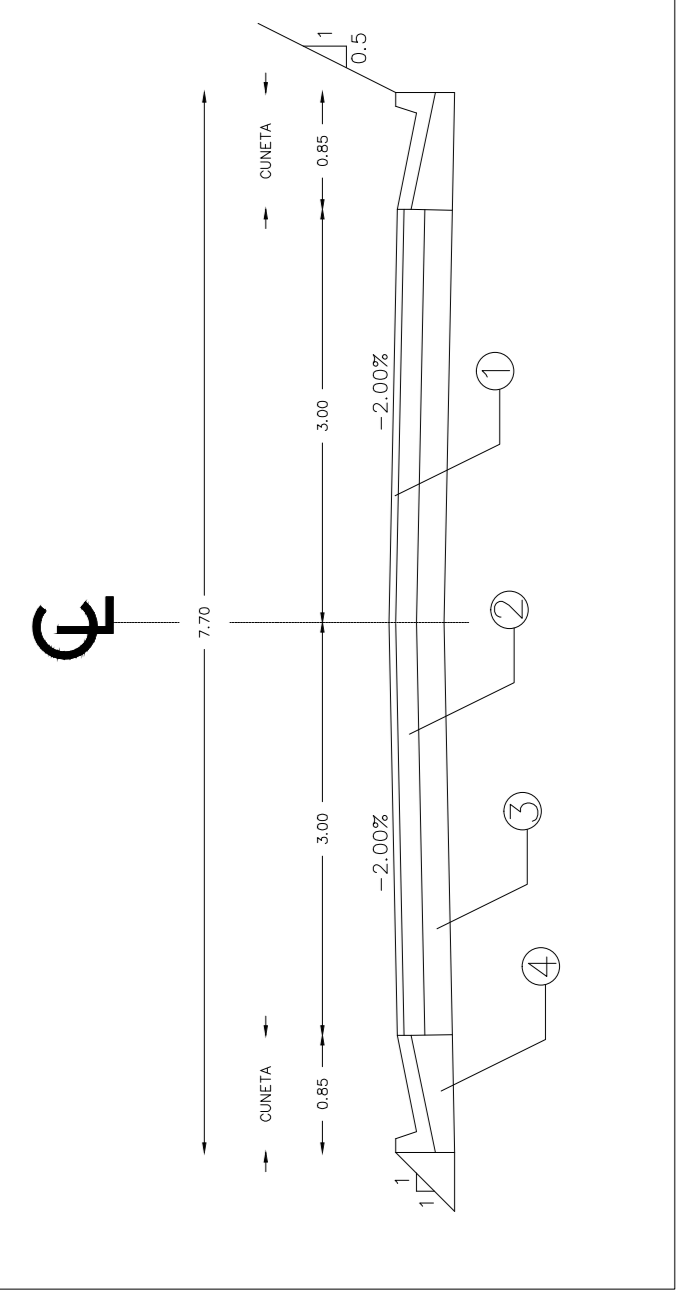
ABSCISADO	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
11.84	3732.17	3732.17		
12.78	3730.15	3730.14		
13.58	3730.08	3730.04		
14.27	3730.06	3730.24		
15.37	3732.07	3732.24		
16.71	3734.17	3732.69		
17.37	3736.67	3734.04		
18.83	3738.68	3734.41		
19.15	3739.04	3734.64		
20.33	3739.05	3734.77		
21.07	3739.49	3734.96		
22.02	3739.61	3735.01		
23.00	3739.61	3735.01		
24.00	3739.61	3735.01		
25.00	3739.61	3735.01		
26.00	3739.61	3735.01		
27.00	3739.61	3735.01		
28.00	3739.61	3735.01		
29.00	3739.61	3735.01		
30.00	3739.61	3735.01		
31.00	3739.61	3735.01		
32.00	3739.61	3735.01		
33.00	3739.61	3735.01		
34.00	3739.61	3735.01		
35.00	3739.61	3735.01		
36.00	3739.61	3735.01		
37.00	3739.61	3735.01		
38.00	3739.61	3735.01		
39.00	3739.61	3735.01		
40.00	3739.61	3735.01		
41.00	3739.61	3735.01		
42.00	3739.61	3735.01		
43.00	3739.61	3735.01		
44.00	3739.61	3735.01		
45.00	3739.61	3735.01		
46.00	3739.61	3735.01		
47.00	3739.61	3735.01		
48.00	3739.61	3735.01		
49.00	3739.61	3735.01		
50.00	3739.61	3735.01		
51.00	3739.61	3735.01		
52.00	3739.61	3735.01		
53.00	3739.61	3735.01		
54.00	3739.61	3735.01		
55.00	3739.61	3735.01		
56.00	3739.61	3735.01		
57.00	3739.61	3735.01		
58.00	3739.61	3735.01		
59.00	3739.61	3735.01		
60.00	3739.61	3735.01		
61.00	3739.61	3735.01		
62.00	3739.61	3735.01		
63.00	3739.61	3735.01		
64.00	3739.61	3735.01		
65.00	3739.61	3735.01		
66.00	3739.61	3735.01		
67.00	3739.61	3735.01		
68.00	3739.61	3735.01		
69.00	3739.61	3735.01		
70.00	3739.61	3735.01		
71.00	3739.61	3735.01		
72.00	3739.61	3735.01		
73.00	3739.61	3735.01		
74.00	3739.61	3735.01		
75.00	3739.61	3735.01		
76.00	3739.61	3735.01		
77.00	3739.61	3735.01		
78.00	3739.61	3735.01		
79.00	3739.61	3735.01		
80.00	3739.61	3735.01		
81.00	3739.61	3735.01		
82.00	3739.61	3735.01		
83.00	3739.61	3735.01		
84.00	3739.61	3735.01		
85.00	3739.61	3735.01		
86.00	3739.61	3735.01		
87.00	3739.61	3735.01		
88.00	3739.61	3735.01		
89.00	3739.61	3735.01		
90.00	3739.61	3735.01		
91.00	3739.61	3735.01		
92.00	3739.61	3735.01		
93.00	3739.61	3735.01		
94.00	3739.61	3735.01		
95.00	3739.61	3735.01		
96.00	3739.61	3735.01		
97.00	3739.61	3735.01		
98.00	3739.61	3735.01		
99.00	3739.61	3735.01		
100.00	3739.61	3735.01		

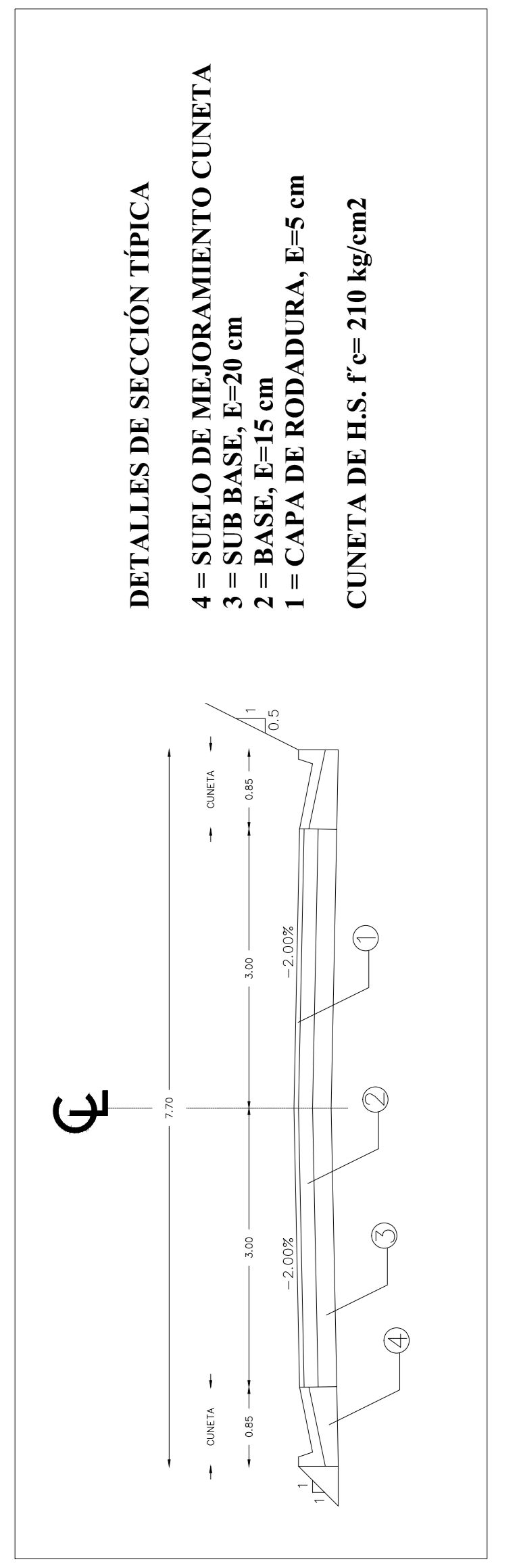
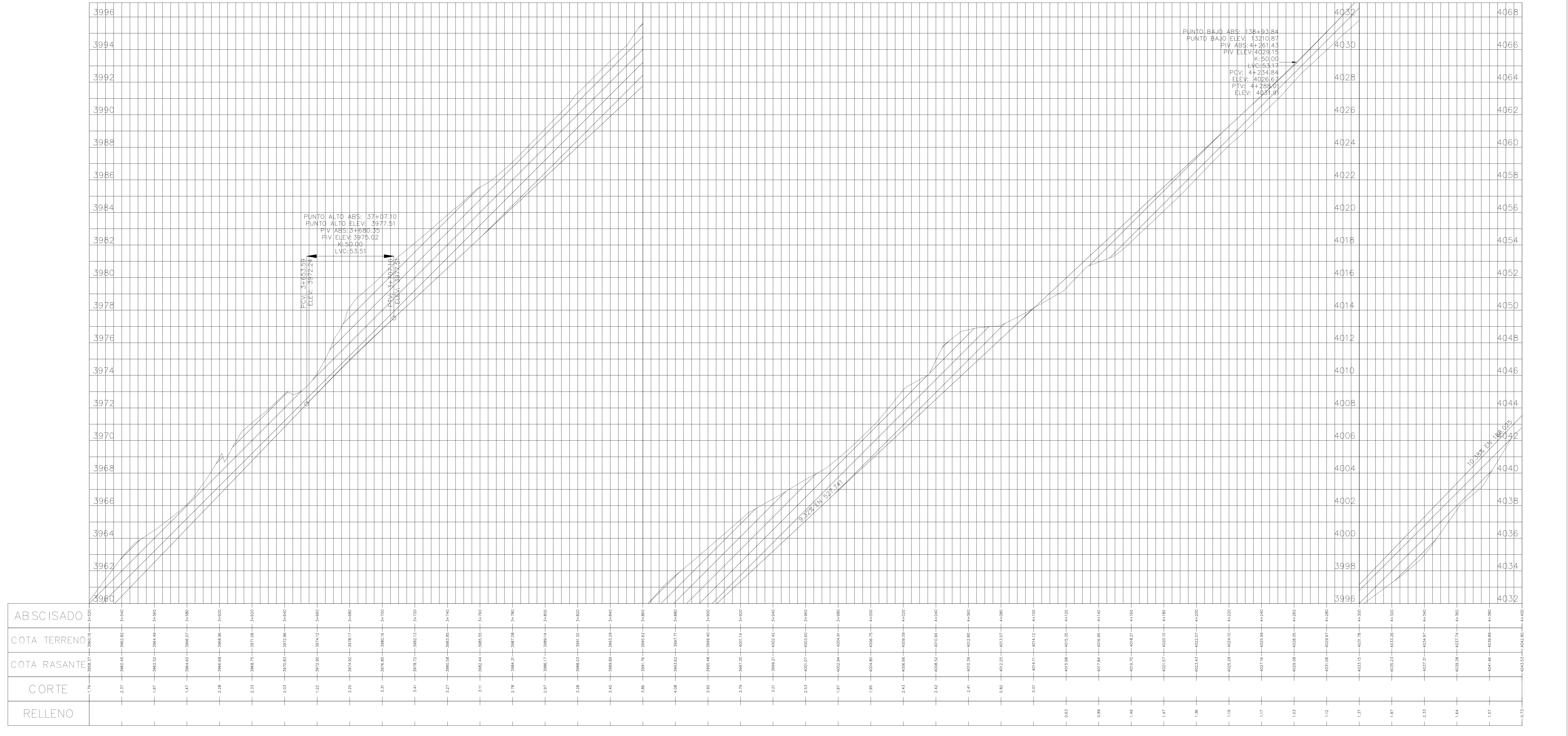
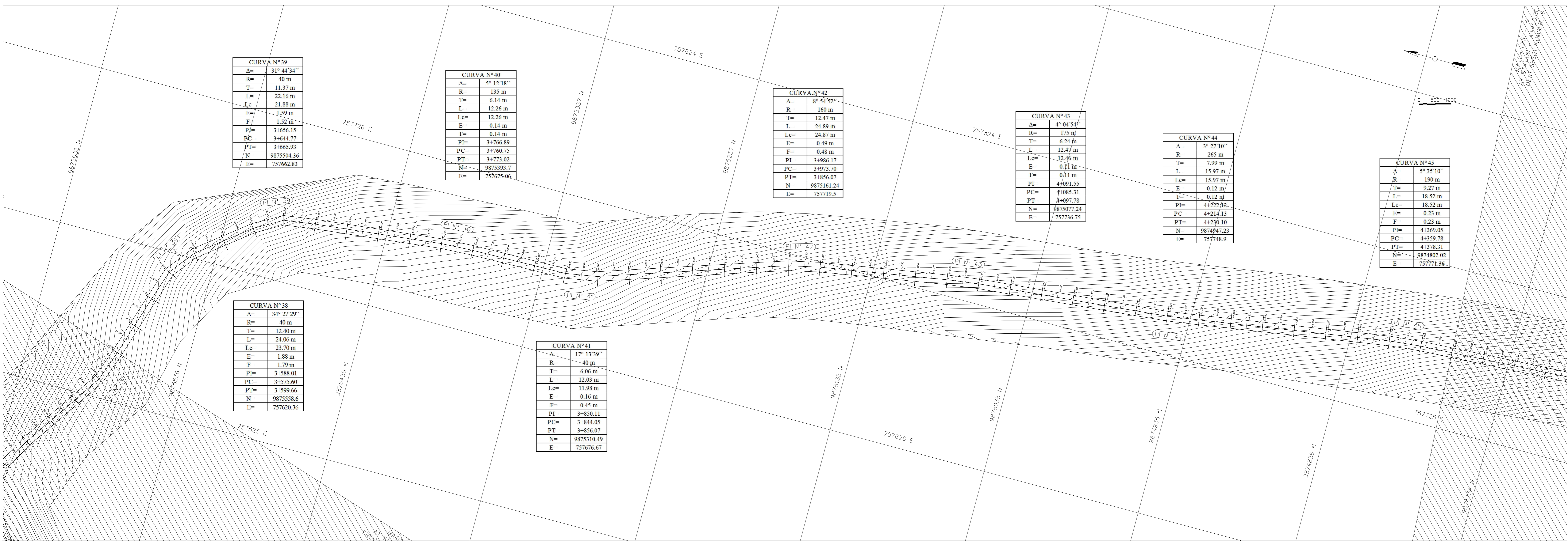


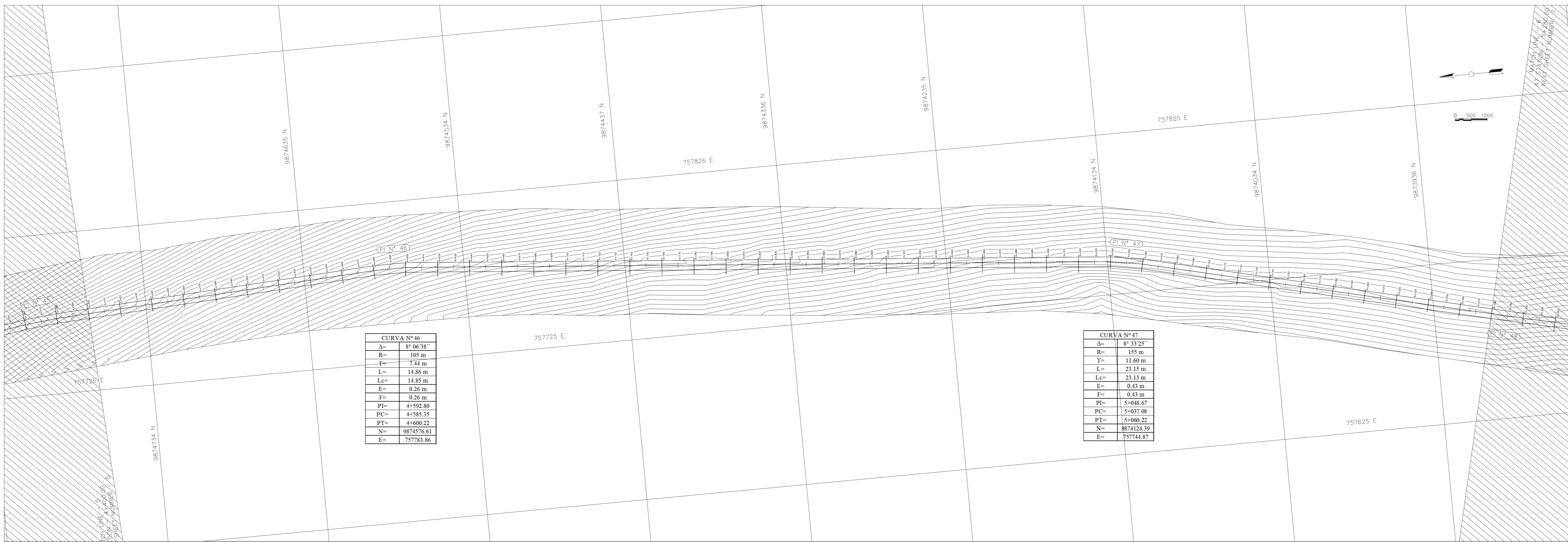
DETALLES DE SECCIÓN TÍPICA

4 = SUELO DE MEJORAMIENTO CUNETETA
 3 = SUB BASE, E=20 cm
 2 = BASE, E=15 cm
 1 = CAPA DE RODADURA, E=5 cm

CUNETETA DE H.S. T= 210 kg/cm²

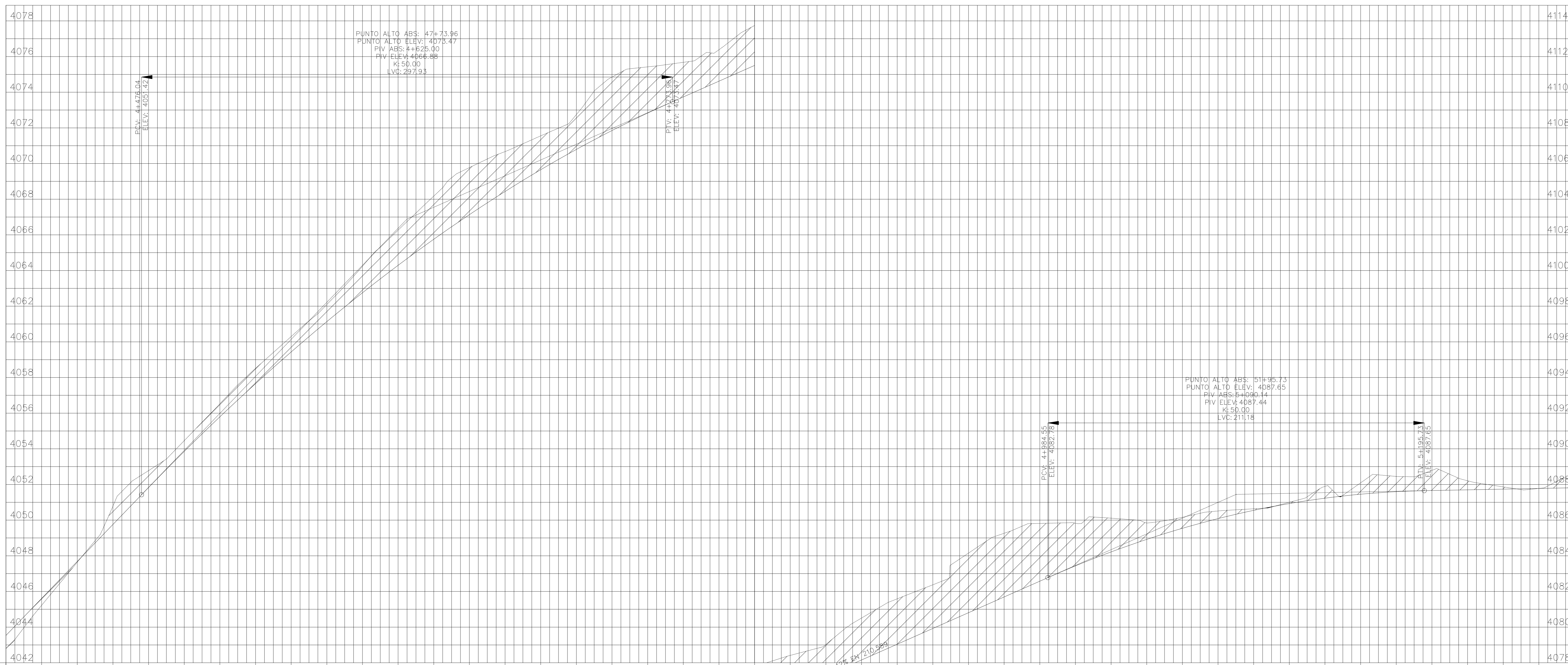




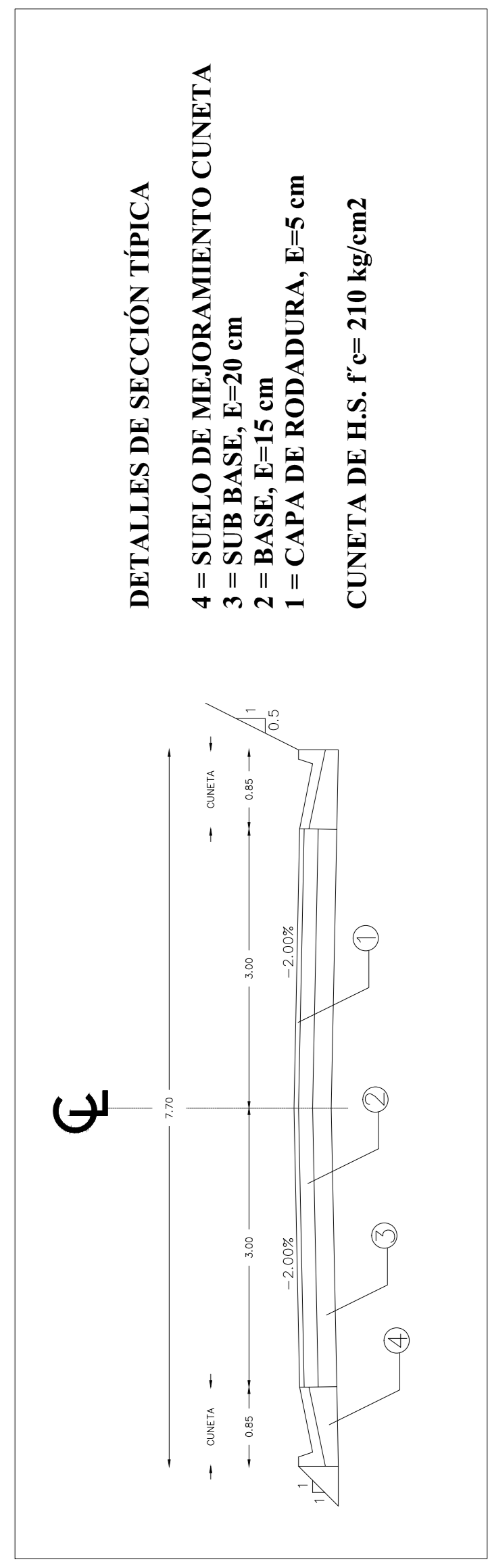


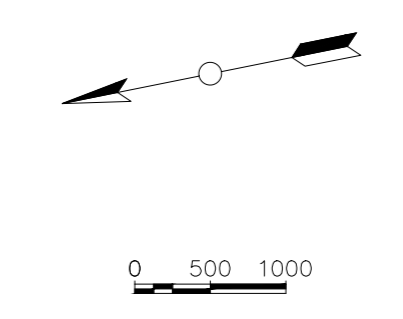
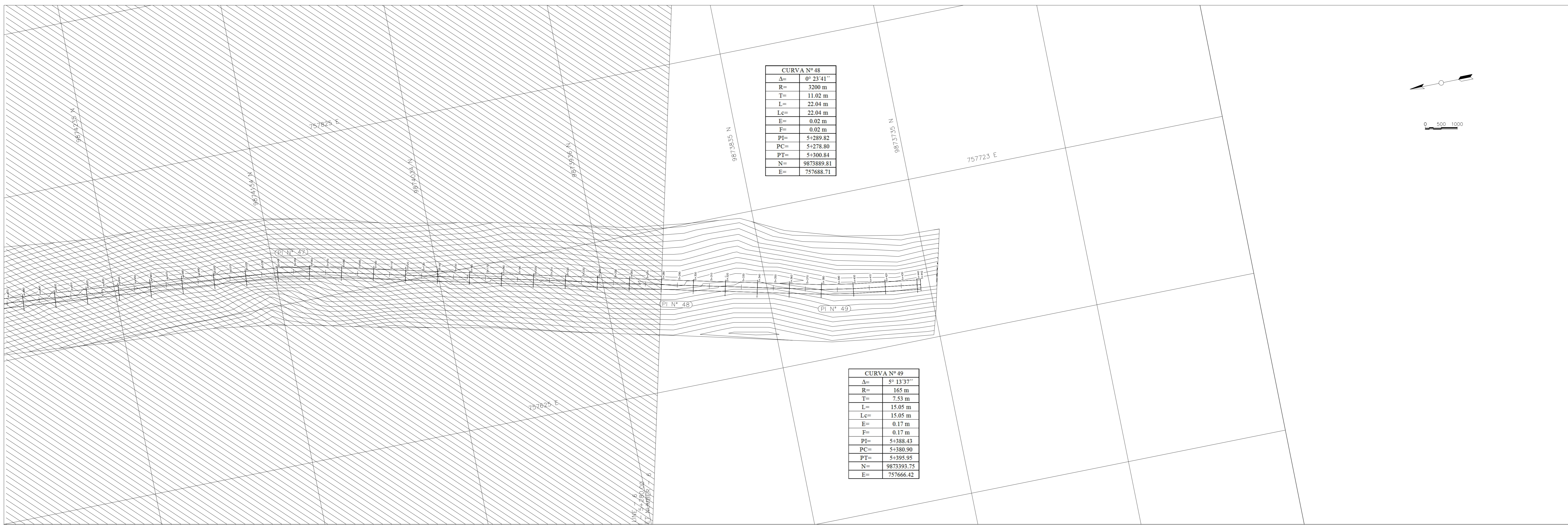
CURVA N°46	
Δ=	8° 06' 38"
R=	105 m
T=	7.44 m
L=	14.86 m
Lc=	14.85 m
E=	0.26 m
T'	0.26 m
PI=	4+592.80
PC=	4+585.35
PT=	4+600.22
N=	9874576.61
E=	757783.86

CURVA N°47	
Δ=	8° 33' 25"
R=	155 m
T=	11.60 m
L=	23.15 m
Lc=	23.13 m
E=	0.43 m
T'	0.43 m
PI=	5+048.67
PC=	5+037.08
PT=	5+060.22
N=	9874124.39
E=	757744.87

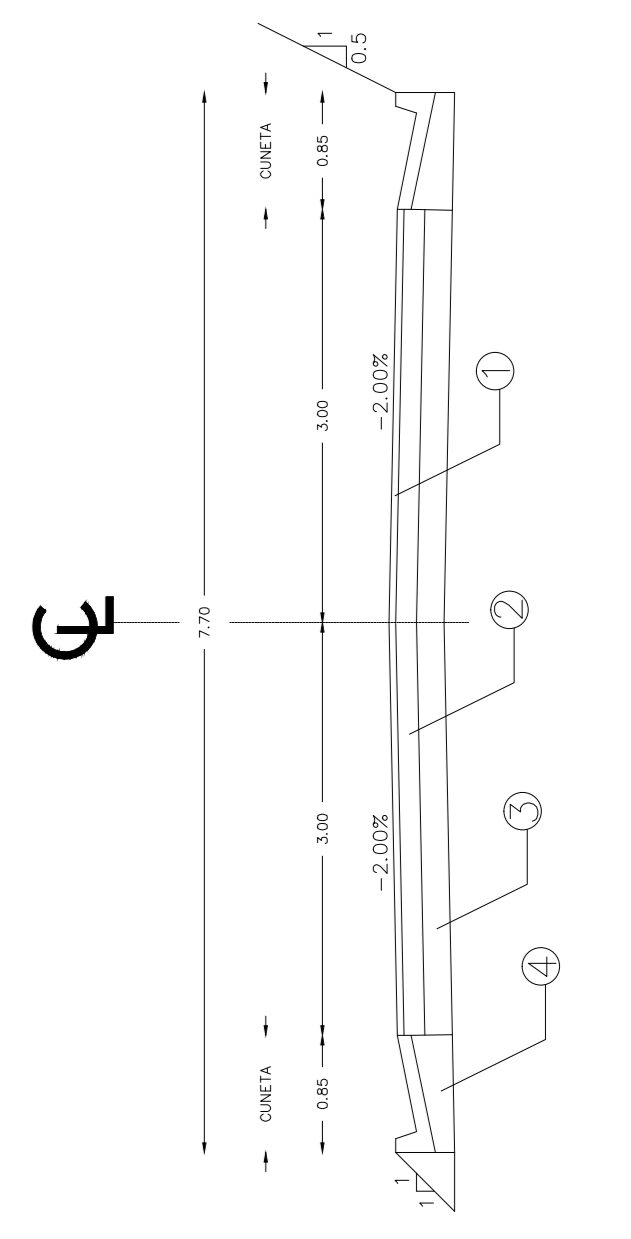


ABSCISADO	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE	RELLENO
4+000	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+050	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+100	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+150	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+200	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+250	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+300	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+350	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+400	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+450	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+500	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+550	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+600	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+650	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+700	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+750	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+800	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+850	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+900	4078.00	4078.00	0.00	0.00
4+950	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+000	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+050	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+100	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+150	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+200	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+250	4078.00	4078.00	0.00	0.00
5+300	4078.00	4078.00	0.00	0.00

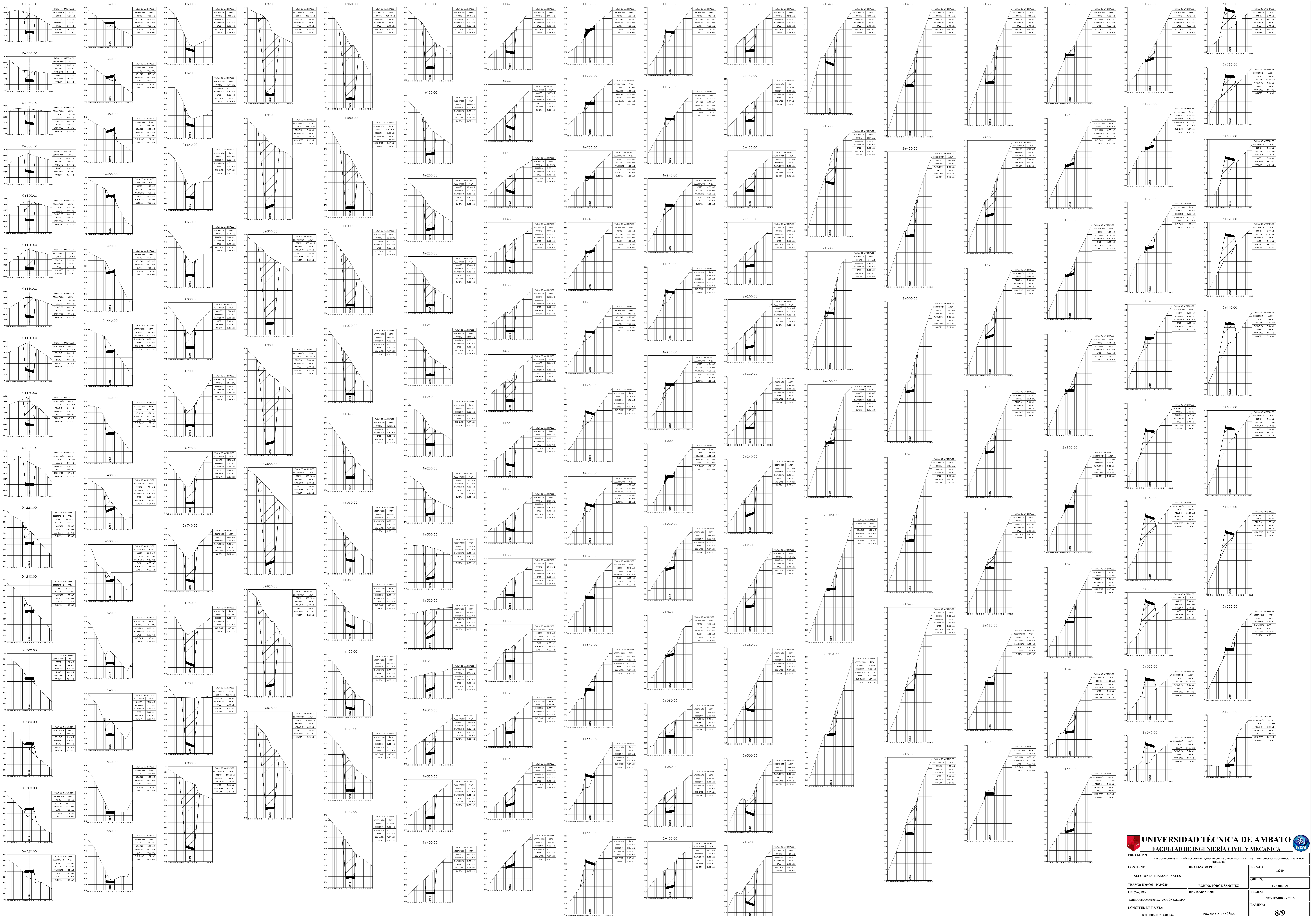




DETALLES DE SECCIÓN TÍPICA
4 = SUELO DE MEJORAMIENTO CUNETETA
3 = SUB BASE, E=20 cm
2 = BASE, E=15 cm
1 = CAPA DE RODADURA, E=5 cm
CUNETETA DE H.S. Tc= 210 kg/cm2



	4086	4088	4090	4092	4094	4096	4098	4100	4102	4104	4106	4108	4110	4112	4114	4116	4118	4120	4122
ABSCISADO	5+286	5+300	5+314	5+328	5+342	5+356	5+370	5+384	5+398	5+412	5+426	5+440	5+454	5+468	5+482	5+496	5+510	5+524	5+538
COTA TERRENO	4086.5	4088.5	4090.5	4092.5	4094.5	4096.5	4098.5	4099.5	4100.5	4101.5	4102.5	4103.5	4104.5	4105.5	4106.5	4107.5	4108.5	4109.5	4110.5
COTA RASANTE	4086.5	4088.5	4090.5	4092.5	4094.5	4096.5	4098.5	4099.5	4100.5	4101.5	4102.5	4103.5	4104.5	4105.5	4106.5	4107.5	4108.5	4109.5	4110.5
CORTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RELLENO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
PROYECTO: LAS CONDICIONES DE LA VÍA CANTONAL GUANACACHA - GUANACACHA Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR PRODUCTIVO. TRAMO II			
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES	REALIZADO POR: EGRUO JORGE SANCHEZ	ESCALA: 1:200	ORDEN: IV ORDEN
UBICACIÓN: PARROQUIA CANTONAL - CANTON SACHA	REVISADO POR: ING. Mg. GABRIEL NÚÑEZ	FECHA: NOVIEMBRE - 2015	LÁMINA: 8/9
LONGITUD DE LA VÍA: K 0+000 - K 5+400 Km			

